

Lundholm, C. (1998). *Miljöundervisning som aktualisering av en mångfald perspektiv. En internationell analys av studenters tolkningar av en miljöuppgift i fysik.*
Magisteruppsats. Pedagogiska institutionen, Stockholms universitet.

Abstract

The thesis describes how undergraduate students interpret a task given in physics which concerns environmental aspects on nuclear power. The group of students, two women and three men, work with the assignment for a period of two weeks. During this time an observer is observing the group, taking notes and tape-recording the conversation. The discussions are transcribed in full and analysed from an *intentional perspective*, which means that we ascribe meaning to the students' actions and utterances in terms of intentions. The study shows that the students interpret and *contextualize* the task within a *sociopolitical context*, that is a context which focus on political, economical, ethical and emotional aspects of the task.

Since the assignment is defined within physics the teacher encourages the students to contextualize the task within a *scientific context*. The two different contexts conflict without the students and the teacher being aware of this fact. The results show that environmental problems can be seen and dealt with from different perspectives but it is of importance that the perspectives are articulated on a *meta-level*. Since *environmental education* is often interdisciplinary in nature this calls for an awareness of the complexity of how environmental issues may be interpreted.

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Bakgrund	2
Teori	9
Miljöproblem som ett specifikt område där skilda synsätt möts	13
Syfte.....	16
Metod.....	16
Det empiriska materialet - studenternas samtal om risker.....	18
Analys.....	25
De olika kontexterna - en jämförelse.....	40
Diskussion	48
Referenser.....	54

Inledning

Miljöundervisning och miljöutbildningar inom grundskola, gymnasium och universitet ökar successivt i landet. Direktiv från regering och riksdag visar att detta är ett prioriterat område utifrån en vilja att lösa miljöproblemen och skapa en hållbar utveckling¹. Statistik visar också att svenska folket bedömer miljön som hotad och att detta gäller ungdomar i högre grad än äldre (Bennulf, Carle & Selin, 1996). De miljöhot som anses allvarligast är av global och nationell karaktär som uttunnningen av ozonskiktet och olje- och industriutsläpp. Miljöproblem i samband med hantering av t ex hushållsavfall upplevs inte som lika hotfullt.

Pedagogisk forskning om miljöundervisning är ett nytt, outforskat område. Fram till idag har en avhandling lagts fram i ämnet i Sverige; *Våga lära. Om lärare som förändrar sin miljöundervisning* av Harriet Axelsson vid Högskolan i Halmstad (1997). Axelsson har följt en grupp lärare i grundskolan och deras utveckling av miljöundervisningen och redogör för deras syn på undervisningen och på olika undervisningsmetoder.

Den internationella pedagogiska forskningen om miljöundervisning bedrivs främst i Storbritannien, USA och Australien och rör undervisning i grundskolan. Enligt Ballantyne & Packer (1996) kännetecknas innehållet i miljöundervisning av tre aspekter; värderings- och attitydfrågor, att förändra beteende samt kunskapsförmedling. Av dessa aspekter betonas i undervisningen i högre grad värdefrågor och handling än kunskapsförmedling. Denna uppdelning mellan det sociala, å ena sidan, och det kognitiva eller kunskapsmässiga, å andra sidan, rör en av pedagogikens grundproblem inom undervisningen (Sjöstrand, 1969). Miljöundervisning bör enligt Ballantyne & Packer ta hänsyn till sambandet

¹ Begreppet 'hållbar utveckling' (sustainable development), som omnämns i dokumentet Agenda 21, har kommit i bruk sedan det användes i samband med rapporten *Vår gemensamma framtid*. Rapporten lades fram av Världskommissionen för miljö och utveckling 1980, även kallad Brundtlandkommissionen, efter dess ordförande, Gro Harlem Brundtland.

mellan värdefrågor, beteenden och kunskap, och sträva efter att utveckla elevers förståelse och kunskap av viktiga begrepp (1996, s. 27) .

På senare år noteras en uppmaning från en rad forskare till kvalitativa studier ur ett konstruktivistiskt perspektiv om miljöundervisning och elevers förståelse av centrala begrepp (Munson, 1994; Robertson, 1994; Ballantyne & Packer, 1996; Gerber, 1996). Ett konstruktivistiskt perspektiv på lärande innebär att elevens föreställningar står i fokus. Gerber (1996) beskriver på följande sätt skilda föreställningar om begrepp som elever och lärare omfattar: "Geography and environmental studies have their own sets of technical terms, that is, their distinctive *concepts* such as spatial distribution and environmental competence. Dictionaries and textbooks inform both educators and students what these concepts mean. However, since their meaning actually resides in the minds of the learners or the educators, it is highly likely that people's understanding of both of these concepts will vary from the textbook definitions, and may vary according to the learning context" (a.a s. 17, kursivering i original).

Däremot är studier om undervisning i miljö på universitetsnivå i det närmaste obefintlig. Denna studie har därför som syfte att studera och beskriva studenters tolkning och arbete med en uppgift med miljöanknytning inom ramen för ämnet fysik. Universitetet skiljer sig från grund- och gymnasieskolan genom en strikt ämnesindelningen uppdelad på de olika disciplinerna. När miljöundervisningen nu börjar bedrivas tvärvetenskapligt, inom och mellan olika fakulteter, behandlas och studeras miljöproblemen från olika perspektiv. Intressanta frågor att studera blir då: uppfattar studenterna de olika perspektiven? Tolkar och uppfattar de givna uppgifter utifrån olika perspektiv?

Inledningsvis önskar jag teckna en bakgrund utifrån en egen studie om ungdomar i årskurs 9 och deras uppfattningar och tankar om miljöproblem (Lundholm, 1994). Vidare kommer jag att belysa de internationella dokument och regeringsbeslut som ligger till grund för en ökad satsning på miljöundervisningen.

Bakgrund

"Jag älskar regnskogen" är titeln på den C-uppsats jag avslutade hösten 1994 vid Pedagogiska institutionen på Stockholms universitet. Uppsatsen är en kvalitativ studie, baserad på intervjuer med sex ungdomar, tre pojkar och tre flickor i åk 9, och deras perspektiv på miljöproblem. Jag intresserade mig för deras uppfattning om vilka miljöproblem som existerar, hur dessa har uppstått samt på vilket sätt ungdomarna själva agerar för att förändra problemen. Ytterligare en frågeställning gällde den moraliska frågan om ansvar: vem/vilka anser de bär ansvar för att problemen får en lösning?

Ozonskiktsförtunning, växthuseffekt, försurning och regnskogsskövling är de miljöproblem som ungdomarna menar existerar. Denna uppfattning av existerande och viktiga miljöproblem överensstämmer väl med den statistiska undersökning som Statens ungdomsråd (numera Ungdomsstyrelsen) genomförde 1993 med ungdomar i åldern 16 - 24 år (Carle & Sjöstrand, 1993).

En av flickorna i studien var särskilt oroad av framtiden och målade upp en tydlig bild av hur människor i Australien om 100 år kommer att bära vita kläder för att skydda sig mot UV-strålning samt hur de blir tvungna att ha mask för att kunna andas. En av de intervjuade pojkarna nämnde endast försurning som problem och berättade att han inte tänkt eller funderat över miljöfrågorna. Likväl hade han en föreställning om begreppet 'miljöproblem'. Han hade funderat på de fiskar han fått upp när han pimplat i Årstaviken söder om Stockholm och kommit fram till att han inte skulle äta dem varje dag. *"Där ligger cyklar och annan bråte men det riktigt farliga syns nog inte"*.

Vidare gav ungdomarna intentionella förklaringar, d.v.s hänvisade till syften hos de agerande, för hur miljöproblemen uppstått. De menade att människan har egoistiska och vinstekonomiska intentioner som gör att hon handlar på ett "ont" sätt. En av flickorna uttryckte det med orden "den mänskliga girigheten". Endast en av de intervjuade menade att intentionerna var goda, *"man ville väl men . . . det blev liksom fel"*. De negativa följderna var oförutsedda och icke önskvärda.

Att se historien som ett resultat av människors intentioner inbegriper i det här fallet en personifiering. "There is personalisation as the tendency to personify the state or political institutions and other organizations in the society; that is to say, to assign humanlike qualities to such entities" (Halldén, 1994). Personifieringen betyder att ungdomarna betraktar politiker och företag som en individ. En pojke

menade bl a att *"problemen är Carl Bildts fel men ändå inte. . . han har kanske en dålig rådgivare"*. Vidare personifierade de företagen och menar att de "förstör" liksom att cheferna på det multinationella företagen är skyldiga till problemen.

Resultatet av studien visar också att ungdomarna betraktade samhällslivet utifrån ett individperspektiv. Det betyder att de vidgade det perspektiv som de har på familjen, att "visa hänsyn", "komma överens", till att gälla även samhället. De förklarade samhällsfenomen utifrån samma perspektiv och med samma begrepp. De skiftade inte från ett individperspektiv till ett samhällsperspektiv och lyckades därför inte förstå hur och varför saker sker på samhällsnivå (Ahrne, 1981). Konsekvensen av detta innebär att flera av dem inte såg några lösningar på miljöproblemen. Politikerna måste "vara överens" för att problemen skall lösas men eftersom politiker mycket sällan eller aldrig är överens uppfattade ungdomarna problemen som olösliga. Flera av de intervjuade kände maktlöshet inför problemen och hopplöshet inför framtiden.

Slutligen berör uppsatsen ungdomarnas syn på sin egen och andras handlingsförmåga samt uppfattning av begreppet 'ansvar'. Resultatet visar att ansvar relateras och förstås utifrån förmåga till handling. *"Alla har ansvar därför att alla kan göra någonting."*

Två av eleverna resonerade utifrån en gemensam åsikt att de som har förmåga eller möjlighet att göra mest också har mest ansvar men drog utifrån detta resonemang olika slutsatser. Enligt en pojke tillkommer det den yngre generationen att ta ansvar för miljön eftersom han *"förlorat hoppet"* om den äldre generationen. Han trodde inte att de vuxna har förmågan eller viljan att agera. En flicka däremot hävdade att de vuxna har störst ansvar. Anledningen är att vuxna människor i högre grad kan påverka sin livssituation och har större inflytande och därför också kan agera och handla miljövänligt.

Ett sätt att se på miljöundervisning med beaktande av de resultat som framkommit är att ge eleverna möjlighet att utveckla sin förmåga att skifta perspektiv och förstå att miljöproblem kan ses utifrån olika aspekter. Miljöproblemen är knappast en isolerad företeelse utan kan studeras inom olika ämnesområden så som naturvetenskap, statskunskap, nationalekonomi, beteendevetenskap eller filosofi. Det innebär att eleverna behöver kunskap inom olika områden för att skapa en mer varierad förståelse av miljöfrågorna.

Sammanfattningvis visar studien hur miljöproblem och miljöfrågor aktualiserar en rad olika perspektiv hos ungdomarna, utan att ungdomarna är medvetna om dem som varande perspektiv eller på vilket sätt de skiljer sig. I denna studie intresserar jag mig för vilka perspektiv och uppfattningar av miljöfrågor som aktualiseras i samband med att en grupp studenter tilldelas en miljöuppgift att lösa inom ämnet fysik.

Miljöundervisning i grundskola och gymnasium

Miljöundervisning inom grundskola och gymnasium har ökat de senaste tio åren. En rapport från Skolverket (nr 113, 1996) med utgångspunkt i skolplaner från 25 kommuner, samt intervjuer med lärare och elever, visar att undervisningen 1996 i högre grad genomfördes inom flera ämnen jämfört med 1993. Fortfarande är undervisningen förankrad i naturvetenskap men också samhällskunskap och geografi, språk (framförallt svenska), idrott, hemkunskap, teknik och slöjd är ämnen där miljöundervisning tas upp.

Ytterligare en förändring är att skolplanerna tar upp FN:s dokument Agenda 21 som antogs vid den internationella miljö- och utvecklingskonferensen 1992 i Rio de Janeiro. I Agenda 21 står följande om utbildningens betydelse för hållbar utveckling. " Utbildning är avgörande för att främja hållbar utveckling och förbättra människors förmåga att lösa miljö- och utvecklingsproblemen. /.../ För att vara effektiv bör utbildningen om miljö och utveckling omfatta dynamiken i såväl den fysiska/biologiska, sociala, och ekonomiska miljön, som människans utveckling (vilket kan inkludera andlig utveckling) och ingå i samtliga ämnen och vetenskapsgrenar." (Agenda 21, s. 519-520).

I FN:s dokument Deklaration och rekommendation om undervisning i miljöfrågor från Tbilisi (1977) betonas vikten av tvärvetenskapliga studier inom undervisningen. Syftet med detta är att "bereda vägen för en helhetssyn på miljöproblemen". Vidare står det att "utbildningen centreras på de miljöproblem som det egna närsamhället är ställt inför och att analysen koncentreras på dessa genom en tvärvetenskaplig metodik som ger tillräcklig insikt i miljöproblematiken." (Skolverket, 1994 s. 114)

Dokumentet tar också upp andra aspekter som undervisningen ska resultera i; önskvärda attityder och handlingsförmåga. "/.../ att få dem att förvärva nödvändiga kunskaper, värderingar och attityder och att skaffa sig praktiska färdigheter så att man på ett ansvarsfullt och effektivt sätt kan delta i arbete på att förebygga och lösa miljöproblemen och hantera miljöns kvaliteter". (a.a. s.113)

I både Läroplan för de obligatoriska skolväsendet, Lpo 94 och Läroplan för de frivilliga skolformerna, Lpf 94, talas om att anlägga ett 'miljöperspektiv' på all undervisning vilket kan tolkas som att undervisningen i miljö ska vara tvärvetenskaplig. Personligen anser jag att ordet miljöperspektiv är mångtydigt och att 'miljö', som i sig inte är ett ämne eller en vetenskap, inte bör sättas samman med ordet 'perspektiv'. I en skrivelse från regeringen om ekologisk hållbarhet (1997/98:13) föreslås en fortsatt inriktning på tvärvetenskapliga studier inom miljöundervisningen. Bl a föreslås att eleverna på natur- och samhällsvetenskapliga programmet ska kunna välja olika kombinationer, exempelvis miljökunskap - ekonomi och naturvetenskap - humaniora.

Vidare finns skrivningar i både Lpo 94 och Lpf 94 som visar på samhällets uppdrag för skolan vad gäller miljöarbete och miljöundervisning. "Genom ett miljöperspektiv får eleverna möjligheter både att ta ansvar för den miljö de själva direkt kan påverka och skaffa sig ett personligt förhållningssätt till övergripande och globala miljöfrågor. Undervisningen bör belysa hur samhällets funktioner och vårt sätt att leva och arbeta kan anpassas för att skapa hållbar utveckling." (Lpo 94, s. 7).

Sammanfattningvis kan sägas att direktiven för miljöundervisningen i grundskola och gymnasium syftar till att skapa och främja värderingar och attityder som värnar naturen och vårt sätt att handskas med den. Vidare ska undervisningen bedrivas tvärvetenskapligt för att ge kunskap som bidrar till lösningar av miljöproblemen.

... och på universitet

Enligt Grundutbildningsrådet vid Högskoleverket ökar antalet miljöutbildningar vid högskolor och universitet i landet. Det är främst de små och mellanstora högskolorna som satsar på nya utbildningar och ofta med tvärvetenskaplig

inriktning. Grundutbildningsrådets uppgift är bl a att stödja nya miljöutbildningar med finansiering. Rådet påtalar emellertid att många universitet och högskolor lyfter ut ordinarie kurser, kallar dessa för miljöutbildning och presenterar dem som "nya", och ansöker om medel för dessa. Detta gör det svårt att fastställa den exakta ökningen av antalet miljöutbildningar och miljökurser. Som exempel kan likväl nämnas Mälardalens högskola relativt nyetablerade med en professur i miljöekonomi som ger utbildningar i miljöekonomi.

När det gäller direktiv för miljöutbildningar på universitetsnivå så lades i juni 1996 ett betänkande kallat Konsumenterna och miljön (SOU 1996:108). I betänkandet föreslås bl a att högskolelagens portalparagraf (1992:1434) skall kompletteras med "att utbildningen skall förmedla kunskaper om miljö." I den remissrunda som följde var det få instanser som yttrade sig. Av dem som svarade var fem instanser för en ändring av lagen men fyra emot. I budgetpropositionen (1997/98:1) står det att regeringen inte funnit skäl att ändra lagen "eftersom en grundläggande princip i reformerna för den högre utbildningen är att varje lärosäte har att besluta om utbildningens inriktning och innehåll." (a.a. s. 106).

Vad som istället föreslås är att "målet bör vara att behandla miljö- och resursfrågor i universitets- och högskoleutbildningar så mycket som motiveras av den verksamhet utbildningen förbereder för". Vidare föreslås att miljöledningssystem ska införas i statliga myndigheter. Detta betyder att universitet och högskolor ska göra en miljöutredning, ta fram förslag till en miljöpolicy samt utarbeta en handlingsplan för en fortsatt integration av miljöhänsyn i verksamheten. Redan i december 1996 utsåg regeringen 26 myndigheter att ingå i ett första pilotprojekt kallat Miljöledningssystem i statliga förvaltningar, bland dem Stockholms och Lunds universitet.

Sammanfattningsvis ger universitet och högskolor runt om i landet både inomvetenskapliga och tvärvetenskapliga utbildningar på miljöområdet. Den instans som har till uppgift att handlägga ansökningar om medel för nya miljöutbildningar, och på annat sätt stödja miljöutbildning är Grundutbildningsrådet.

Naturvetenskaplig problemlösning med miljövetenskap

I juni 1993 inbjöd Grundutbildningsrådet landets tekniska och naturvetenskapliga fakulteter att ansöka om medel för utveckling av utbildningsprogram. Syftet med detta var att initiera en pedagogisk utveckling och kvalitetshöjning samt att öka rekryteringen av kvinnliga sökande. Naturvetenskaplig problemlösning vid Göteborgs universitet var en av de fem program som våren 1995 erhöll medel ur satsningen. Övriga projekt är: *Projektlinjen* vid Stockholms universitet (omfattar ämnena matematik, matematisk statistik och fysik), *IT-programmet* vid Linköpings universitet (civilingenjörsutbildning inom telekommunikationsområdet), *D ++* vid Chalmers tekniska högskola (en reformering av civilingenjörsutbildningen inom dataområdet) och projektet *Fler kvinnliga ingenjörer* vid Högskolan i Karlstad (se Wistedt, 1996a för en beskrivning av hela satsningen och de olika projekten).

Naturvetenskaplig problemlösning, som startade hösten 1995, är en magisterutbildning (160 poäng) och omfattar ämnena fysik, matematik och miljövetenskap. I samband med de tredje studieåret, när studenterna ska genomföra sitt examensarbete, väljer de kurser inom universitetets ordinarie kursutbud.

Programmet har ca 30 studieplatser. Studenterna är indelade i studiegrupper och byter grupp terminsvis. Grupperna är vidare blandade med hänsyn till ålder och utbildningsbakgrund. Avsikten är att olika erfarenheter och kunskaper ska finnas inom gruppen. Varje grupp har en egen arbetsplats och dator med tillgång till internet samt egen e-post. Därmed kan de lätt nå lärare eller handledare och vice versa. Gruppen har en handledare i fysik och en i matematik som de träffar en eller ett par gånger i veckan.

På programmet ges undervisning på mer traditionellt sätt i form av föreläsningar, laborationer och övningar men också som kortare eller längre projekt där studenterna arbetar i respektive studiegrupp med inriktning på problemlösning. Utbildningen söker därmed uppnå en rad olika syften; att främja den sociala miljön och skapa kontakt studenter emellan samt mellan studenter och lärare, att integrera ämnena fysik, matematik och miljövetenskap, att variera arbetsformerna (kollektiva och individuella, lärarledda och elevstyrda) och examinationsformerna (gruppexaminationer och individuella tentamina, muntlig och skriftlig examination, skrivningar och rapportinlämningar) med en betoning på problemlösning.

Utbildningen kan inte definieras som en miljöutbildning, snarare en naturvetenskaplig utbildning med miljövetenskapliga inslag. Utvärdering har dock visat att många av de sökande, särskilt kvinnor, en grupp som de utbildningsansvariga önskade rekrytera, har valt utbildningen utifrån ett miljöintresse och ett intresse för studier med miljöinriktning (se Wistedt, 1996b för en utvärdering av programmets första år). Intervjuer med sex av första årets studenter visar också på ett intresse för Naturvetenskaplig problemlösning som en otraditionell miljöutbildning eftersom ämnena biologi och kemi inte ingår utan istället fysik och matematik.

Sammanfattningvis är programmet Naturvetenskaplig problemlösning en tvärvetenskaplig utbildning som omfattar ämnena matematik, fysik och miljövetenskap. På programmet bedrivs undervisning i traditionella liksom icke-traditionella former med betoning på problemlösning.

Teori

I min C-uppsats (se ovan) lyfte eleverna som intervjuades fram flera aspekter på miljöproblemen och på deras lösningar. De pekade på ekonomiska och samhällseliga aspekter och på moraliska och existentiella frågor. Deras uppfattning och förståelse av miljöfrågor och miljöproblem inbegriper därmed en rad olika perspektiv på miljöfrågor. I det här avsnittet vill jag teckna en bakgrund till hur man teoretiskt kan närma sig frågan om vad det innebär att anlägga sådana skilda perspektiv på en fråga.

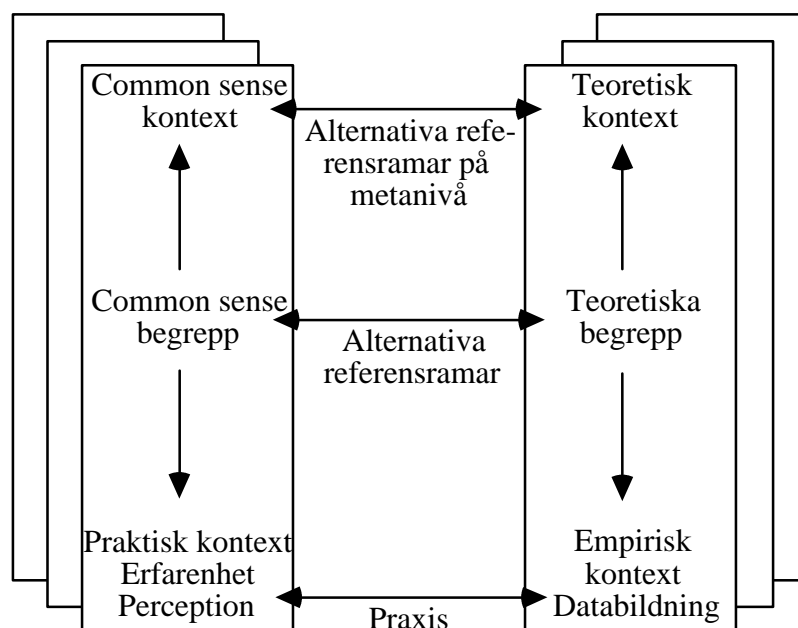
Kontextualisering

Halldén (in press) och Wistedt (1993, 1997) använder begreppen *kontext* och *kontextualisering* för att lyfta fram den personliga tolkning som en elev gör av en given uppgift. Genom att tillskriva elevens tolkning av en uppgift en personlig mening eller intention kan tolkningen av uppgiften sägas utgöra en kontextualisering. Begreppet kontext kan därmed förstås som ett "personligt meningssammanhang" (Wistedt, 1993). Halldén (in press) skiljer mellan

situationell, kognitiv och kulturell kontext. Eftersom en uppgift kan väcka tolkningar som lyfter fram vissa begrepp och samtidigt tolkningar som rör kultur och samhälle kan man också tala om olika 'aspekter' av en tolkning inom ramen för en övergripande, kognitiv kontext.

En *situationell* kontext karaktäriseras, enligt Halldén, av de tolkningar en elev finner mest användbara att tillämpa på en uppgift. I en empirisk studie visar Halldén (ibid) hur en grupp studenter som ges en uppgift att lösa som rör sannolikhetslära tillämpar ett common sense resonemang för vad som är mest "sannolikt". Exemplet visar hur flera studenter hänskjuter uppgiften till vardagen och löser uppgiften genom att tillämpa den form av resonemang och tänkande som är utmärkande för denna. Därmed kan uppgiften sägas väcka två metoder för problemlösning hos studenterna; en som utgår från principerna för sannolikhetslära samt en metod som innebär att de för ett resonemang genom slutledning. Eftersom uppgiften inte ger vid handen att det är principerna för sannolikhetslära som bör tillämpas, eller förefaller överlägsna att nyttja för studenterna, menar Halldén att studenterna istället använder det resonemang som för dem tycks mest användbart.

Förutom att relatera en uppgift till en specifik situation, kan en skoluppgift väcka frågor och tolkningar som eleverna relaterar till andra idéer och teorier. Denna form av kontext benämner Halldén (in press) *kognitiv* kontext och kan förstås som en 'begreppslig aspekt' eller en begreppsram för tolkningar av uppgiften. En teoretisk kontext, så som ett ämne inom den akademiska disciplinen, innefattar centrala begrepp och utgår från generella lagar och paradig. Ett empiriskt exempel på studenters svårigheter att finna lämplig kognitiv kontext i samband med studier i ämnet kemi ger Halldén (in press) utifrån en studie av Norrby (1982). En grupp studenter gavs ett diagnostiskt prov under sitt första år vid universitet. En bit stålull placerades på en våg och studenterna ombads fundera över vad som skulle hända om ullen antändes. Hälften av studenterna trodde att stålullen skulle bli tyngre, hälften att den skulle bli lättare. De facto blir stålullen tyngre eftersom syret reagerar med järnet och ger Fe_3O_4 . Studenternas uppfattning att stålullen skulle bli lättare, vilket några studenter alltjämt vidhöll efter en förklaring av experimentet, visar på en kontextualisering av uppgiften inom ett kognitiv kontext av common sense-resonemang. Detta kan förstås om vi ser till våra upplevelser av liknande fenomen i det dagliga livet; en brasa som brinner ner och försvinner.



Figur 1. Olika sammanhang för tolkning av en uppgift (Halldén & Wistedt, 1998 s. 3).

Den tredje formen av kontext som Halldén (in press) belyser är *kulturell*. Vilka kulturella aspekter aktualiseras vid olika frågeställningar och uppgifter att lösa i skolan? Med ett empiriskt exempel visar Halldén hur studenter kontextualiserar en uppgift i ämnet biologi, som rör ekologiska samband mellan djur och växtarter, i ett perspektiv som rör dagens debatt om miljöproblem och hot om utrotning av växter och djur. Med beaktande av dagens miljöproblem och diskussioner om utrotningshotade arter är studenternas tolkning begriplig. Deras kulturella kontextualisering av uppgiften i en miljödebatt rör snarare värdefrågor av typen; ska vissa arter leva och andra utrotas?

Situated cognition

Den forskningsinriktning som benämns 'situated cognition' har sitt fokus på det sammanhang och den situation eleven befinner sig i. Säljö (1991) och Säljö och Wyndhamn (1988, 1990) betonar att det är situationen som väcker och lyfter fram tolkningar av en uppgift hos eleven och därmed kan kunskap ses som situerad, dvs. knuten till en viss situation eller sammanhang. "/.../ all human thinking (and

action) takes place in a setting which is perceived as an integral background for the focal task that is to be attended to." (1990 s. 246).

Säljö och Wyndhamn (1990) visar i en studie om barns lösning av en skoluppgift inom ramen för ämnet matematik på en form av situationell kontextualisering. Eleverna, samtliga i åk 6, tilldelades en uppgift att lösa som för vuxna människor ter sig välbekant och framstår som ett vardagligt problem; att bestämma porto på ett brev utifrån Postens portotabell. Efter att eleverna, indelade i grupper om tre, vägt brevet och konstaterat dess vikt om 120 gram följde en rad olika resonemang om hur problemet skulle lösas, hur tabellen skulle användas och vad portot slutligen skulle bli. Resultaten visar att de flesta grupperna tillämpade metoder för problemlösning som de lärt i skolan i samband med matematikundervisningen - utan att komma fram till rätt lösning. "The result also reflect the contextual knowledge demanded by students to realise that, for instance, dividing and multiplying or interpolation are not relevant strategies for solving the problem in spite of its appearing within a lesson allotted to mathematics." (Säljö & Wyndhamn, 1990, s.253).

Vid en jämförelse av begreppet kontext hos Halldén och Säljö & Wyndhamn syftar den förra på en personlig tolkning eleven gör medan Säljö & Wyndhamn istället betonar diskursens regler, eller ämneskulturen, och dess påverkan. Wistedt lyfter fram dessa olika innebörder av begreppet kontext (Wistedt, 1993) och pekar på att Wyndhamns användning av begreppet betonar det institutionella sammanhanget, i motsats till det personliga meningssammanhanget.

Uppgiften "att lägga miljöaspekter på kärnkraft"

I denna studie föreligger det en grupp studenter uppgiften "att lägga miljöaspekter på kärnkraft". Genom att se och tolka elevernas utsagor som intentionella, dvs. se studenterna som meningsskapande individer i ett givet sammanhang, kan vi tolka deras utsagor som uttryck för möjliga uppfattningar. De tolkningar som eleverna gör i arbetet med uppgiften kan förstås inom ramen för olika kontexter och kan vidare ses som verktyg för att studera studenternas kunskapsbildning. När jag i denna uppsats använder begreppet kontext använder jag begreppen *samhällspolitisk* och *vetenskaplig* kontext. Den vetenskapliga utgörs av de ämnen som ingår i utbildningen; matematik, fysik och miljövetenskap.

I en intervju med studenternas handledare Göran, som gruppen i denna studie träffar vid två tillfällen, tar han upp vad som är relevant för studenterna att lära sig och vad den uppgift studenterna tilldelas, syftar till. *"Jag hoppas ju att dom läser en del om kärnkraften och att dom vet dom centrala momenten i kärnbränslecykeln eller, dom centrala delarna av fysiken i samband kärnkraften. Att dom har fått in det under kursens gång, ja fysiken och tekniken kanske man kan säga. Sedan får dom då en fördjupning här och att dom känner att det här behärskar vi väldigt väl, att nu vet jag hur framställningen av bränslet går till, jag vet vad bränslet består av, jag vet hur bränslet tas om hand, och man har haft en ganska oklar föreställning om det tidigare, men genom att gå in på det närmare så har man klargjort sakinnehållet och man vet vilka frågor som är viktiga."* Göran är medveten om att kärnkraften har en politisk aspekt och säger att kärnkraften *"rör centrala frågor i svenska energidebatten och därför tycker jag att när dom läst det här ska dom vara väl insatta i det"*.

I intervjun påpekar också Göran att han velat styra bort gruppen från diskussioner om kärnkraftens politiska aspekter. *"Om man inte gör det är det lätt att fastna i väldigt svårbehandlade frågeställningar på något sätt. Liksom ställningstagandet till för eller emot kärnkraften av miljöskäl. Det finns ju många argument där som har anknytning till kärnkraften som fysikalisk företeelse och det hade jag nog sagt varit olämpligt /.../ Då blandar man ihop den grundläggande kunskapen som man ska ha här med tolkningen i allt för hög grad av en samhällslig verksamhet."*

Den *samhällspolitiska* kontexten utgörs av de tolkningar som studenterna gör och som omfattar politik, etik, ekonomi samt emotionella och existentiella aspekter. Samhällspolitik har alltså inte anknytning till en disciplin så som statsvetenskap eller ekonomi utan rör en rad områden som anknyter till den allmänna debatten om kärnkraften så som den förs i vardagliga sammanhang och i media.

Miljöproblem som ett specifikt område där skilda synsätt möts

Miljöfrågor och miljöproblem är speciella till sin karaktär eftersom de kan ses utifrån olika perspektiv. Dessa skilda synsätt som de olika perspektiven representerar visar sig många gånger stå i konflikt med varandra på olika sätt.

Om förhållandet mellan natur, människa, vetenskap och teknik har von Wright skrivit flera essayer (1978, 1986, 1993). von Wright tecknar en idéhistorisk utveckling av västerlandets syn på naturen från antikens dagar till nutid och hur denna natursyn påverkat vetenskapen samt, enligt von Wright, den tekniska utveckling vi upplevt de senaste 150 åren.

I det antika Grekland var naturen ett ideal, ett mönster av ordning att leva efter för människan och samhället. "Att leva i enlighet med naturen" var en uppgift för vetenskapen att verka för och von Wright refererar till Platons beskrivningar av idealstaten som ett politiskt "naturtillstånd", ett tecken på sundhet och friskhet (1978 s.71). Antikens synsätt, att naturen bör följas, överges senare av kristendomen och ersätts istället med tanken att naturen ska behärskas.

I idéhistoriskt perspektiv kom vetenskapens genombrott vid tiden för renässansen och barocken. Tidens vetenskapsmän var Descartes och Bacon, och enligt von Wright kom den senare att ha ett avgörande inflytande på sättet att se på naturen ur ett vetenskapligt perspektiv. Engelsmannen Francis Bacon (1561-1626) myntade de numera bevingade orden "kunskap är makt". Det som Bacon åsyftade var, enligt von Wright, följande. "Om människan förstår att metodiskt utfråga naturen och bearbeta svaren, så blir hon också i stånd att härska över verkligheten, dvs., utnyttja naturens tillgångar och styra dess krafter i enlighet med sina planer och önskningsar. Frågorna till naturen är ett experiment. Svaren är naturlagar. Vetenskapen som maktmedel kallar vi teknik." (a.a. s.27).

Bacon förespråkade experimentet som den metod med vars hjälp kausala samband i naturen kunde säkerställas. Med kunskap om naturlagarna var det vidare möjligt att kontrollera och behärska naturen på önskvärt sätt. Bacon hade förutspått den tekniska revolutionen, grundad i naturvetenskapen.

Följden av naturvetenskapens genombrott kom därmed att bli tekniken, och den industriella revolutionen. von Wright lyfter fram elektriciteten som en av de viktigaste innovationerna som kom att "slå broar mellan vetenskap och teknik" (1986 s.73), liksom senare i ännu högre grad, elektroniken. Kontakt mellan

vetenskap och teknik skapades samtidigt i samband med kemins utveckling. Denna "bro" mellan vetenskap och teknik innebar således att vetenskap och samhälle kom att knytas samman.

von Wright menar att vetenskapen varit oundgänglig för de framsteg som skett på teknikens område och haft stor betydelse som en samhällslig produktionsfaktor och att detta blivit ett erkänt faktum under senare delen av detta sekel. Ett tydligt exempel på detta är forskningen kring krigsföring efter första världskriget och den avgörande betydelse som denna fick under andra världskriget med kulminering i atombomben.

von Wrights beskrivning av naturvetenskapens och teknikens genombrott leder fram till våra dagar och de miljöproblem som vi bevittnar. Den kritik mot tekniken som von Wright tar upp gäller priset för de framsteg som följt utvecklingen. Dagens miljöproblem i form av föroreningar av luft, vatten och jord kan ses som en naturens hämnd. von Wright jämför detta med den grekiska mytologin och en slags jämviktsfilosofi. Människans förhävelse, eller hybris, över naturen innebär att hon överträder gränser och bryter den helhet och jämvikt som råder inom biosfären. Att "naturen slår tillbaks" kan ses som en nemesis, en naturens vedergällning (1978 s. 169).

Relationen mellan statsmakten och vetenskapen är enligt von Wright problematisk främst genom det finansiella stöd som forskningen åtnjuter. von Wright ser ett problem i att samhällsutvecklingen styrs av värderingar och politiska beslut som sedan präglar den inriktning som forskningen skall bedriva. I det sammanhanget är inte vetenskapen värderande utan står i beroendeställning till statsmakten. Förutom att detta kan verka "korrumpierande på forskarmoralen" hänvisar von Wright till den vetenskapliga grund, och den natursyn den vilar på, som en fara för framtiden. "Eftersom en vetenskap i den baconsk-cartesiska rationalitetens anda har långt lättare att tillfredsställa det industrialiserade produktionslivets krav än forskning som bygger på en holistisk co-evolutionär syn på förhållandet mellan människan och naturen, så följer att för lång tid framåt ojämförligt mera arbete och pengar kommer att satsas på den förra än på den senare typen av (natur- och delvis samhälls-) vetenskap." (1986 s. 125).

Sammanfattningsvis menar von Wright att den nutida västerländska människan och hennes syn på naturen har sitt ursprung i judendomen och kristendomen men

kom senare att befastas vid vetenskapens genombrott på 1500-och 1600-talet. De metoder som Bacon förespråkade för att studera kausala samband i naturen, och som Descartes, Galilei och senare Newton tillämpade, kom så småningom att leda fram till den tekniska revolutionen. Dessvärre, menar von Wright, är risken att detta synsätt och vårt sätt att utnyttja naturen skapar miljöproblem och andra problem som ursprungligen inte var önskvärda; resultatet blir kontrafinalt.

Att se miljöproblemen idéhistoriskt, som von Wright tecknar dem, ger en bild av hur olika perspektiv och synsätt kan komma i konflikt med varandra. Vår tro, eller övertro, på teknik och vetenskap kan utgöra ett hot mot människan och hennes överlevnad. Att därmed sätta miljöproblem och miljöfrågor endast inom ramen för ett vetenskapligt och tekniskt perspektiv är att snäva in och tvinga bort frågor som är angelägna ur ett annat, mänskligt perspektiv. Å andra sidan krävs en begränsning av vissa synsätt för att, som studenternas handledare uttryckte det "*den grundläggande kunskapen*" ska framträda, där man inte "*blandar ihop*" perspektiven på ett omedvetet sätt. Som vi ska se väcker miljöfrågor många frågor som gör det svårt för studenterna att renodla ett fysikaliskt perspektiv på en given uppgift.

1 Syfte

Syftet med denna studie är att studera hur lärare och studenter tolkar en given uppgift om miljöproblem, dvs. hur de kontextualiserar den. Syftet är att lyfta fram och tydliggöra de skilda tolkningar som studenter och lärare gör och visa hur dessa tolkningar kan stå i konflikt med varandra.

Metod

Hösten 1995 startade programmet Naturvetenskaplig problemlösning vid Göteborgs universitet. Under vårterminen 1996 hade studenterna "Energikällor och energianvändning" (14 poäng) som en övergripande rubrik i ämnet fysik. Under mars månad utgjorde "kärnenergi" ett tema för undervisningen. Senare

under terminen behandlades andra energiformer så som mekanisk energi, solenergi samt fossil energi och nya teknologier.

Varje grupp i klassen (sammanlagt fem grupper) hade en s.k. "frågeställning" att utgå ifrån. Gruppen för undersökningen i denna studie (grupp 3) hade "miljö" eller "miljöproblem" som frågeställning, vilken de tilldelades inledningsvis. Övriga frågeställningar var: fysik (grundläggande fysik kring energianvändandet), teknik (teknologiska aspekter, problem, utveckling etc), tillgångar (historiskt, nationellt och globalt perspektiv) samt energikvalitet och nya tekniker. Dessa frågeställningar kom senare att cirkulera mellan grupperna och de olika energiteman som togs upp under terminen (se bilaga 1).

Därmed blev uppgiften för grupp 3 att arbeta med frågeställningen "miljö" i samband med kärnenergi. Grupperna hade två veckor till sitt förfogande och därefter skulle uppgiften redovisas skriftligt på en A4 samt muntligt, ca 10 minuter, genom en presentation för de övriga i klassen. Parallellt med uppgiften i fysik hade studenterna föreläsningar om kärnenergi samt gruppuppgifter och föreläsningar i matematik.

Den grupp som jag valde att studera bestod av tre män och två kvinnor, den äldsta var 25 år och den yngsta 19 år. Till sitt förfogande hade gruppen ett eget litet grupprum där de arbetade med den gemensamma miljöuppgiften samt tillgång till en dator med internetuppkoppling.

För att studera gruppen har jag deltagit som observatör. Det innebär att jag följt gruppen dagligen från det att de tilldelades uppgiften till dagen för inlämning av den färdiga uppgiften. Med hjälp av bandspelare har samtal och diskussioner spelats in. Jag har vidare fört dagliga anteckningar och nedtecknat vilka som varit närvarande, vad studenterna gjorde, vad de samtalade om och vilka böcker de läste. De inspelade materialet har sedan skrivits ut i sin helhet. Vid en första bearbetning av materialet sammanställde jag en *berättelse* (Halldén, 1982; Wistedt, 1987). Det innebär att utsagor och handlingar återgavs i kronologisk ordning och att frågor och samtal kring uppgiften, om hur den ska lösas, vad gruppen ska göra, har lyfts fram.

Materialet har sedan analyserats utifrån ett *intentionellt* perspektiv. Genom att tillskriva människors handlingar och uttalanden innebörd och mening, betrakta

dem som intentionella, kan vi tolka dem som uttryck för värderingar och uppfattningar. "Behavior gets its intentional character from being *seen* by the agent himself or by an outside observer in a wider perspective, from being set in a context of aims and cognitions. This is what happens when we construe a practical inference to match it, as premises match a given conclusion." (von Wright 1971, s. 115).

Metodologiskt infinner sig frågan; hur kan vi argumentera för en elevs kontextualisering av en uppgift? Det krävs att forskarens tolkning kan anses relevant och fruktbar givet ett bestämt forskningssyfte, att den har prövats och ställts mot alternativa tolkningar och därmed kan ses som rimlig. Utsagor har i materialet studerats, inte som enstaka utsagor, utan som en av flera, och uttalanden av samma person vid olika tillfällen som berört vissa ämnen har jämförts. Fokus har varit att studera utsagorna i termer av kontextualiseringar.

Av hänsyn till de studenter och lärare som ingått i denna studie är namnen fingerade. Direkta citat ur bandutskriften återges med lutande stil och citattecken anger att studenterna läser högt och citerar ur böcker och informationsmaterial.

Det empiriska materialet - studenternas samtal om risker

Vid genomläsning och analys av det empiriska materialet och studenternas samtal kring arbetet med uppgiften har jag noterat att de vid upprepade tillfällen diskuterar risken för att en olycka kan inträffa samt vad som händer vid en olycka. Med följande exempel, presenterade i kronologisk ordning, vill jag försöka teckna en bild av hur samtalen ser ut, hur fokus för dessa frågor så småningom ändras och hur studenterna slutligen bestämmer sig för att inte ha vare sig risken *för* eller risken *vid* en olycka som en del av redovisningen. Citat från studenterna är återgivna i kursiv stil.

Dag 1

Om det händer nånting med reaktorn

Under den första dagen, då uppgiften presenteras, diskuteras frågan om risken för en kärnkraftsolycka vid flera tillfällen. Strax efter att gruppen samlats för att börja arbeta faller Jenny följande kommentar:

- *Nästan allting har ju med miljö att göra, säger Jenny. Det kanske är riskerna mest som vi ska ... mycket kan ju gå in på ... det är allt förutom energin och sådär eller vad man gör med avfallet helt enkelt. Och om det händer nånting med reaktorn.*

- *Ja, man kan ju problemavgränsa, föreslår Erik.*

- *Jo, det är klart, svarar Jenny.*

- *Bara säga att man ska ha säkerhet och förvaring, fortsätter Erik.*

- *Mm, svarar Jenny.*

Det är ju som att säga att kärnkraftverk är idiotsäkra

- *"Kommer det inte att krävas vidare tillsyn." Det är ju som att säga att kärnkraftverk är idiotsäkra, det finns en massa säkerhetssystem som kollar sig självt och sen så, säger Erik.*

- *Jag älskar den där som Tage Danielsson har om Barsebäck, inte Barsebäck, utan Harrisburg. "Det är så lite sannolikhet nu att", citerar Jenny.*

- *Ja, den! skrattar Tobias. Den är underbar!*

- *"Så det har egentligen aldrig hänt?" fortsätter Jenny.*

Riskfaktorn som inte är så stor men som ändå finns där

En första diskussion om avgränsning.

- *Frågan är alltså; vad är det vi ska presentera? Vad är det vi ska skriva om? Det finns ju några stycken olika saker. Vi satt och gick igenom det där, säger Niklas och syftar på ett samtal han och Erik haft. Vad finns det för miljöaspekter man kan diskutera? Det är dels då slutförvaringen.*

- *Det är väl den största frågan, tycker Lisa.*

- *Ja, och så är det riskerna. Riskfaktorn som inte är så stor men som ändå finns där. Sen så är det också uranbrytningen.*

- *Och så är det restprodukter, tillägger Lisa.*

- *Ja, men det har med slutförvaringen att göra. Sen finns det egentligen ytterligare ett och det är dom här utsläppen som dom gör med varmt vatten, avslutar Niklas.*

Risken för att en olycka ska hända är jävligt liten

Lisa och Niklas pratar om de alternativ till kärnkraft som finns för att sedan komma in på riskfaktorn:

- *Amerikanska motsvarigheten till svenska kärnkraftsinspektionen räknar med en stor olycka på 20 år, berättar Niklas och lockar Lisa och Tobias till skratt. Men då tänkte vi att då har ju både Harrisburg och Tjernobyl varit nu och det är ändå ganska kort tid.*

- *Ja, ja, sannolikheten, suckar Lisa.*

- *Det är skönt!* säger Tobias.

Lite senare fortsätter Niklas prata om risken för kärnkraftsolyckor:

- *Risken för att en olycka ska hända är jävligt liten. Den enda olycka som har hänt är ju den i Tjernobyl egentligen. Harrisburg var ju inte en sån olycka att det läckte ut nånting. Vad man än tycker så är det ju en viss skillnad på Tjernobyl och dom vi har i Sverige ... men det hjälper inte när det händer så att säga!*

En tredje aspekt är riskfaktorn

Risken för att en olycka kan hända, som Jenny tagit upp tidigare under dagen och pekat på som en miljöaspekt, tas upp av Niklas:

- *En tredje aspekt är riskfaktorn, sprängningsfaktorn, den är inte så där jättestor, olycksrisken att det ska haverera och ska komma ut är inte så speciellt stor.*

- *Vart 20:de år räknar dom i USA!* påpekar Erik.

- *Sen händer alltid risken att en ny olycka händer ganska snart, skrattar Jenny ironiskt.*

I ovanstående samtal diskuterar studenterna skeptiskt beräkningar av sannolikhet. Detta kommer bli till uttryck då Jenny citerar Tage Danielssons dikt om just sannolikhet. Lite senare följer en mening som möjligen sammanfattar studenternas uppfattning:

- *Risken för att en olycka ska hända är jävligt liten. Den enda olycka som har hänt är ju den i Tjernobyl egentligen. Harrisburg var ju inte en sån olycka att det läckte ut nånting. Vad man än tycker så är det ju en viss skillnad på Tjernobyl och dom vi har i Sverige ... men det hjälper inte när det händer så att säga!*

En tolkning är att Niklas på något sätt önskar välja bort riskfaktorn och risken för en olycka. Men det verkar som om han menar att även om risken är liten (han jämför Sverige och Tjernobyl) så existerar den likväl, och sker det en olycka kan det innebära katastrof.

I ovanstående exempel diskuterar studenterna vid några tillfällen riskfaktorn i samband med avgränsning av uppgiften och menar att denna aspekt bör ingå.

Dag 2

Det är dom fem negativa sidorna

Efter lunch är det dags för handledning med Göran och det är det första tillfället sedan gruppen började arbeta med uppgiften. Göran inleder samtalet med att fråga hur de resonerat hittills och Tobias svarar att de "*ställt upp frågeställningar*" och Niklas fyller i och menar att de hittat några miljöproblem, "*grovt sett*". Tobias räknar upp de problem som gruppen diskuterat fram som de viktigaste; slutförvaring, radioaktiva varmvattenutsläpp, uranbrytning, förädling, risken för olyckor samt transport av uran. Niklas summerar Tobias uppräknings:

- Det är dom 5 negativa sidorna om man säger, sen är det en positiv och det är att det inte släpper ut nån koldioxid och påverkar inte växthuseffekten. Inga cancerogena ämnen och sådär - förutom radioaktiviteten, skrattar Niklas.

Varmt vatten

Jenny kommer in i rummet och samtalet vandrar så småningom in på huruvida det varma vattnet från kärnreaktorerna är farligt eller inte. Göran menar att de inte ska ta upp det som en risk utan att det är kylvattnet som innebär en risk eftersom det är radioaktivt.

Om man nämner nåt om riskfaktorn

Göran börjar berätta och förklara den fysikaliska och kemiska delen om vad som utvinns ur uran och Niklas anser att gruppen måste titta närmare på den kemiska delen av anrikning. Därpå följer dagens sista diskussion om avgränsning av uppgiften:

- Frågan är om man ska spetsa in sig på slutförvaringen. Det är väl det som är mest aktuellt, säger Erik.

- Jag tror det är bäst om man gör nånting ordentligt än att man säger två meningar om allting, för det är ju det som folk kan läsa sig till, menar Lisa.

- Men vad är det vi har? Anrikningen, brytning och slutförvaringen. Och sen om man nämner nånting om riskfaktorn. Jag menar det är inte speciellt mycket kvar, summerar Niklas.

Göran frågar sedan:

- *Hur kör ni? Sätter ni upp vissa punkter och håller dom eller?*
- *Ja!* svarar Lisa och gruppen skrattar. Gruppen kommer överens med Göran om ett datum för nästa handledningsträff och Göran säger innan han går:
- *Ni tar vad ni är intresserade av och motiverar det.*

Samtalet visar att riskfaktorn omnämns som en av flera aspekter studenterna tänker presentera. Exempelen kommer från det första, av två, handledningstillfällena och inträffar andra arbetsdagen. Vidare har jag valt att lyfta fram Jennys förslag att gruppen ska ta med en aspekt om "varmt vatten", som gäller driften av kärnkraftverket och som Göran motsätter sig. Nedan fortsätter studenterna diskutera varför de anser att det är ett problem med varmt vatten. Denna aspekt togs sedan upp vid redovisningen.

Dag 4

Ska vi ta med riskfaktorn?

En diskussionen om arbetsfördelning går över i prat om avgränsning av uppgiften. Erik föreslår följande:

- *Ja, men vi tar lite om anrikningen då och så mest om slutförvaring.* Jenny fyller i:
- *Då blir det lite om berggrunden och -*
- *Ja, det är slutförvaringsgrejen, avbryter Lisa. Men jag tänkte, lite på förädlingen eller anrikningen och brytningen.*
- *Miljön, för det väl några som ska ta upp det där egentligen redan,* säger Jenny.
- *Fast vi tar bara miljö,* fortsätter Lisa.
- *Det finns en grupp som bara tar tekniska aspekter vi kan väl ta hälsorisker och sånt då,* anser Erik.
- *Och sen, frågan är om vi ska ta med riskfaktorn?* undrar Lisa.
- *I kärnkraftverken? Det tar väl dom som har teknik antagligen,* svarar Erik.
- *Jaa,* säger Jenny tveksamt. *Vad som händer om det blir härdsvälta å andra sidan, ja om det blir en olycka i miljön.*
- *Jag är inte säker hur mycket man ska ta på det,* säger Lisa.
- *Det är bara 1% som slipper ut,* säger Erik och Lisa konstaterar:
- (13) - *Jag tycker lätt vi kan säga att det är en ganska bred grej, att man väljer att fördjupa sig i några grejer och då väljer vi slutförvaring, uranbrytning och anrikning.*

- *Ja, säger Tobias.*
- *Det är det som är-, börjar Jenny.*
- *Det är det som är mest, avbryter Lisa, det som påverkar miljön mest.*
- *Bra, säger Erik.*
- *Sen är det också det där med... , säger Jenny fundersamt. Ja, det va det.*
- *Det andra får vi i så fall, börjar Lisa.*
- *Det är klart härdsmläta påverkar lite grann!* avbryter Erik och skrattar.

I ovanstående samtal om avgränsning frågar Lisa de övriga om riskfaktorn skall ingå. Jag tolkar därpå följande meningar som tvivlande och lite sökande. De är inte säkra på varje sig om de skall välja in riskfaktorn eller det motsatta. Erik hänvisar till en annan grupp och Lisa undrar sedan *"hur mycket man ska ta på det"*. På rad (13) säger Lisa att de har möjlighet att välja, att avgränsa, med hänvisning till att *"det är en bred grej"*. På detta sätt kan man säga att hon legitimerar deras beslut att inte inkludera riskfaktorn eller olyckor. Samtalet fortsätter sedan med argument om att uranbrytning, anrikning och slutförvaring påverkar miljön mest. Jenny tycks tvivla och Erik påpekar sedan att *"det är klart att en härdsmläta påverkar lite grann!"*.

Nedan följer en direkt fortsättning på samtalet då Jenny föreslår att det ska redovisa *"det varma vattnet"* från kärnkraftverken.

Det var visst nåt djur som var utrotningshotat på grund av det

- *Det är i så fall det där kylvattnet och temperaturhöjningen, säger Jenny.*
- Gruppen börjar diskutera utsläpp av kylvatten med hög temperatur och om det påverkar miljön samt om detta är ett problem som är utmärkande för kärnkraftverk och inte gäller annan industri. Niklas uppfattar temperaturhöjningen som relevant för uppgiften och säger:
- *Men det är ändå ett problem.*
 - *Men det ät transporter också, anser Lisa.*
 - *Det är ett ekologiskt, säger Jenny.*
 - *Det är inget fysikaliskt problem, mer biologiskt, anser Erik.*
 - *Vad var det om USA sa du? frågar Jenny.*
 - *Det va såna här olje- och fjärrvärmeverk där har dom problem med djur som på vintern drar sig mot varmare vatten, åker in mot land, berättar Erik, eftersom det är varmare där. Så blir dom överkörda av båtar och sånt, så det va visst nåt djur som var utrotningshotat på grund av det.*

- *Överkörd av båtar?* säger Lisa förvånat.
- *Ja, de va för långsamma vissa djur,* svarar Erik.
- *Valar,* fyller Niklas i.
- *Sjökor tror jag det va,* fortsätter Erik.
- *Skökor???* säger Niklas och alla börjar skratta.
- *... som blev överkörda av båtar för dom va så långsamma ...,* skrattar Erik.

Utsläpp av varmt vatten omnämns slutligen vid den muntliga redovisningen, ej vid den skriftliga. Vad gäller själva driften vid kärnkraftverken och miljöaspekter därmed redovisar också studenterna sina funderingar kring Forsmarks höga skorstenar. Dessa båda aspekter är vad som slutligen ingår i den muntliga redovisningen kring driften.

Händelser vid en olycka

Niklas undrar vad som händer i en reaktor vid en härdsmlta och hela gruppen går igenom förloppet steg för steg. Frågor kring vad som händer när trycket ökar, olika säkerhetssystem som aktiveras, ordet härdsmlta, och hur stor risken är det skulle hända i Sverige tas upp och diskuteras.

Dag 5

Den avslutande diskussionen om avgränsning av uppgiften äger rum den femte dagen, strax innan gruppen har det sista mötet med handledaren. Vid detta tillfälle diskuteras huruvida riskfaktorn och vad som händer vid en härdsmlta skall ingå i redovisningen. Sammanlagt tas frågan upp tre gånger under samtalet.

- *Nej, men den här riskfaktorn, jag känner att -*, säger Lisa.
- *Det är utifall att en olycka inträffar som det finns ett miljöproblem med det hela,* avbryter Niklas.
- *Ja, det är ju det,* instämmer Jenny.
- *Men det är å andra sidan så himla omfattande och,* framhärdar Lisa.
- *Ja, men det var väl inget direkt stort miljöproblem?* säger Erik och skrattar ironiskt. *0,1 promille kunde det ju släppa ut.*
- *Är det så, är det så?* undrar Niklas.
- *Funkar det så som dom har tänkt?!* frågar Jenny kritiskt.
- *Ja, man har ju sällan provat det där då va,* svarar Niklas skämtsamt.

- *Vi har ju Tjernobyl, fullskaligt experiment...* säger Erik. Niklas skrattar och säger:

- *Ja, i så fall tyder det ju på att det finns vissa problem, nej men de hade ju nästan inga av dom säkerhets...*

- *Nej, men det funka ju i Harrisburg,* avbryter Erik.

- *Det va också innan, dom hade inte heller dom säkerhetssystemen,* anser Niklas.

- *Ja, men där släppte dom inte ut så mycket,* fortsätter Erik.

- *Nej,* säger Niklas.

Det blir tyst en stund.

- *Det är ett saneringsproblem, men det är det ju oavsett eftersom man kommer behöva få in skiten, det ska ju förvaras också, så det kanske inte är ett sånt ... vi kan ju lämna det till teknikgruppen,* föreslår Niklas.

- *Ja, men jag tycker det är rätt bra som det är då eller? Ledande fråga!* avslutar Lisa.

Med hänvisning till att en annan grupp kommer omnämna detta samt att det annars blir "*för stort*" väljs frågan bort. I studenternas diskussion finns dels riskfaktorn med som alternativ, dels själva olyckan i sig, en härdsälta. Ingendera finns med vid vare sig den skriftliga eller muntliga redovisningen.

Analys

I det föregående kaptitlet var avsikten att illustrera hur studenterna för det första resonerar kring risken för en olycka för att så småningom välja bort denna aspekt. För det andra var syftet att visa innehållet i deras samtal genom olika rubriceringar och tema. I detta avsnitt önskar jag närmare precisera analysen av deras arbete och samtal.

Att tolka uppgiften

Hur ska uppgiften tolkas? Vad är syftet med uppgiften? Studenterna ges en muntlig introduktion till arbetet med uppgiften av läraren i fysik. De får också ett schema som visar hur studenterna ska arbeta med olika energiformer och olika

frågeställningar kring dessa. Vidare får de information om att uppgiften skall resultera i en A4 samt en muntlig redovisning om 10 minuter.

Vid upprepade tillfällen hänvisar studenterna till omfånget av uppgiften - "en A4". En A4 blir därmed både vägledande i deras tolkning av uppgiften men också ett argument för val av innehåll.

Den första arbetsdagen är Jenny tveksam till om de aspekter som gruppen vill ta upp kommer att rymmas på en A4-sida.

- *Tror ni vi får plats med allt det här på en A4? Vi får minska på stilen!* föreslår hon.

- *Det är väl rätt så lite,* tycker Niklas.

- *Det är bara en **sammanfattning** vi ska göra på en A4,* säger Erik.

- *Bara stödord, fullt med stödord!* utropar Niklas och skrattar. *Vi har tänkt ta bort alla onödiga ord som 'att', 'och', 'är' och sånt.*

Jenny funderar kring om de aspekter, det innehåll, som gruppen väljer ryms inom de ramar som läraren gett. Erik påminner om att det är en sammanfattning gruppen skall göra vilket kan tolkas som att han inte ser några begränsningar av innehållet. Niklas däremot skämtar och pekar på det absurda i att skriva ner allt för att sedan utelämna alla onödiga (!) ord.

Att deras arbete skall resultera i en "A4" blir också vägledande i arbetet med att samla in information. Vid andra handledningstillfället undrar Göran vilka böcker som gruppen använt i arbetet. Niklas svarar i skämtsam ton:

- *Ja, men eftersom det dessutom bara är en A4 vi ska skriva räcker det här gott och väl.*

Detta kan tolkas som att studenterna begränsar informationshämtningen utifrån att det är en A4-sida som skall skrivas. Det betyder att omfånget på uppgiften styr *mängden* information studenterna bör samla in och läsa.

Slutligen används också omfånget på uppgiften som ett argument för avgränsning av innehåll. I samtal om olika risker undrar Göran om studenterna tänkt välja vapenspridning som ett problem.

- *Det är klart där har ni transportbiten då, sen är det själva riskerna med anrikningsanläggningarna. Man kan få ut vapenmaterial tror jag som kan spridas. Det är inte nåt som ni har?* undrar Göran.

- *Det är det att det är en A4, vi kan inte, menar Jenny.*
- *Det blir inte, vi har väl sagt som så att det är på nåt sätt dom direkta miljöproblemen, fortsätter Tobias.*

Jenny argumenterar mot Görans förslag genom att hänvisa till att gruppen endast ska skriva en A4. Tobias ger ett annat argument och hänvisar till "*de direkta miljö-problemen*".

Studenternas arbete med uppgiften är, förutom den innehållsliga aspekten, att lösa uppgiften som ett praktiskt problem. Halldén (1982, 1988) använder begreppet 'problem' som en beskrivning av en elevs tolkning av en given skoluppgift. "In order to understand what they are supposed to do and what they are expected to learn, the pupils must arrive at an interpretation of the task given. This interpretation constitutes the *problem* which the pupils see as being their obligation to solve or the *project* which they see as being their obligation to get involved in." (Halldén, 1988, s.125).

De syften och inlärningsmål som en lärare har med en uppgift, uttalat eller outtalat, blir för eleven i den konkreta situationen personliga inlärningsmål och problem att lösa. Halldén (1988) skiljer mellan *ämnesrelaterade problem* och *procedurproblem*. Det förra begreppet syftar på frågor och tankar som uppgiften väcker hos eleverna som är relaterade till teorier och beskrivningar i det aktuella ämnet. Procedurproblem, å andra sidan, är elevernas frågor och arbete med uppgiften som ett praktiskt problem.

Studenternas återkommande diskussioner om mängden data som de anser tillräcklig eller nödvändig samt redovisningen av uppgiften som en A4 visar på uppgiften som ett problem att lösa av praktisk natur och därmed som ett procedurproblem. När studenterna tolkar uppgiften, och syftet med densamma, kretsar samtalen vidare kring vad som är 'miljö' och vilka miljöaspekter som bör ingå i redovisningen. Dessa problem kan karaktäriseras som ämnesrelaterade problem.

Studenternas och handledarens kontextualisering av uppgiften

En samhällspolitisk kontext

Studenternas samtal och diskussion kring uppgiften kan tolkas mot bakgrund av den pågående debatten om kärnkraftens vara eller inte vara. 1980 genomfördes en folkomröstning med avsikten att låta svenska folket rösta om kärnkraftens framtid. Sedan dess har debatten om en eventuell framtida avveckling pågått, mer eller mindre högljutt, och ofta laddad. Hösten 1996 beslutade regeringen att stänga av en reaktor i Barsebäck och riksdagen antog sedan en lag om avveckling. Konsekvenserna av detta är att debatten åter tagit fart.

När studenterna arbetade med uppgiften i mars 1996 existerade denna övergripande fråga som en slags bakgrund mot vilken de löser sin uppgift. I detta avsnitt avser jag att karaktärisera och beskriva den samhällspolitiska kontexten som ett meningssammanhang för uppgiften.

Vid introduktionen informerar fysikläraren, Bengt, om litteratur som finns att tillgå i ämnet samt om de artiklar han sparat de senaste månaderna om kärnkraft och vindkraft. Slutligen refererar han till dagsläget:

- Just när det gäller kärnkraft så är det mycket debatt kring det hela så att ... då kan ni ju få uppslag och väldigt uppdaterade siffror och sånt där.

Fysikläraren Bengt aktualiserar därmed den pågående samhällsdebatten kring kärnkraften. Han nämner att debatten kan hjälpa studenterna att få idéer samt data att använda i arbetet. Därmed lyfts det samhällspolitiska perspektivet fram i introduktionen av uppgiften och presenteras för studenterna som en källa till inspiration men också som grund för insamling av information och data.

Redan första dagen tar en av studenterna, Jenny, upp frågan om kärnkraftens vara eller inte vara och gruppens åsikt:

- Är det någon som är för kärnkraft? Kanske bra att veta!

Lisa svarar först:

- Det beror på, man kan inte säga att man är emot - vi kan inte lägga ner kärnkraften pang bom!

- Jo, jag är för en utveckling av kärnkraften! svarar Tobias skrattande. *Inte fler kärnkraftverk men att utveckla den mot fusionskraft eftersom den är 50 miljarder gånger säkrare.*

Diskussionen om deras personliga ställningstaganden fortsätter inte men att frågan tas upp explicit kan bero på en medvetenhet om den pågående debatten och frågan "för eller emot kärnkraft?" Vidare kan Jennys fråga ses som ett försök att utröna eventuella meningsskiljaktigheter och att hon befarar att motstridiga uppfattningar kommer att påverka arbetet med uppgiften. I materialet, och under arbetets gång, framträder inga gräl eller hetsiga diskussioner. Gruppen verkar vara enig om att en avveckling bör ske, men inte alltför snabbt, och att satsningar bör göras på alternativa energikällor.

Förutom de politiska aspekterna tar studenterna upp kärnkraftens fördelar och nackdelar, alternativen till kärnkraft, kritik mot information och forskning, ekonomi samt rädsla inför eventuella olyckor.

Kärnkraftens fördelar och nackdelar

Studenternas medvetenhet om samhällsdebatten kring kärnkraften, samt deras egna ställningstaganden, ger upphov till samtal om "fördelar" respektive "nackdelar". Som exempel säger Niklas första arbetsdagen att *"det finns ju miljöfördelar med kärnkraften också"*. Han motiverar detta genom att peka på en eventuell ökning av fossila bränslen vid en kärnkraftsavveckling. *"Man kan ju i allafall nämna att det finns problem i avvecklingen, för att ersätta kärnkraften, för det är ju inte så att vi kommer att spara in den energin alltså, olja t ex är ju inte så kul"* fortsätter Niklas.

I gruppens första handledningssamtal berättar studenterna för Göran om de olika områden de planerar presentera i en redovisning. Niklas summerar:

- Det är dom 5 negativa sidorna om man säger, sen är det en positiv och det är att det inte släpper ut nån koldioxid och påverkar inte växthuseffekten. Inga cancerogena ämnen och sådär - förutom radioaktiviteten, skrattar Niklas.

Återigen betraktas kärnkraften utifrån dess "positiva" respektive "negativa" påverkan på miljön. Niklas gör ännu en jämförelse med växthuseffekten och pekar på kärnkraftens fördelar eftersom kärnkraftverken inte släpper ut koldioxid.

Alternativ till kärnkraft

Under en diskussion om kärnkraftens fördelar och nackdelar kommer samtalet in på alternativa energikällor till kärnkraften.

- *Sen finns det en positiv del också för om vi ska ha den energiförbrukning som vi har nu så är det svårt att hitta ett alternativ som är miljövänligt på de andra,* säger Niklas.

- *Som inte släpper ut koldioxid, för det är ju det största problemet just nu så är det koldioxidutsläpp,* fortsätter Lisa.

- *Och en hel del andra konstiga ämnen som inte är så jävla roliga,* säger Niklas.

- *Vi har slutförvaring,* börjar Lisa.

- *I och för sig biobränsle är väl så att det spelar inte så stor roll att det släpper ut koldioxid eftersom man sen binder upp kolet,* menar Niklas.

- *Nu pratar du biobränsle?* frågar Lisa.

- *Mm, men däremot olja och sånt är inte så käckt. Men med biobränsle blir ju svårt att ersätta all kärnkraft,* fortsätter Niklas.

- *Eller så ska vi ersätta all kärnkraft med vindkraft,* föreslår Lisa.

- *De säger här nånstans att all samlad världens vindkraft ger mindre el än Sveriges minsta kärnkraftverk,* svarar Niklas. *Om det stämmer betyder det ett antal vindkraftverk. Men de har ett annat fint uttalande där som jag inte tog med men som är nåt i stil med att sol och vind kan i och för sig ge energi vid specifika tillfällen men det är ingen bra ersättning för kärnkraft. Det låter som att solenergi är nästan ingenting men det är ju lite grann.*

Samtal om alternativa energikällor, vilka som finns, deras fördelar och nackdelar, förs vid flera tillfällen under arbetets gång.

Källkritik

Studenternas samhällspolitiska kontextualisering av uppgiften påverkar deras urval och uppfattning av information och källor.

Den första dagen har Erik gått iväg för att söka på Internet efter information. Jenny och Tobias fortsätter att läsa i broschyrer och kommenterar texten högt. Bengt, fysiklärare, kommer in och frågar:

- *Hade ni nåt speciellt?*

- *Nej, vi letar information just nu - "miljö",* svarar Jenny.

- *Man ska ju vara medveten om att det är väldigt mycket broschyrer från de här energiföretagen, väldigt mycket propaganda om man så säger. Så att man försöker balansera det lite. NUTEK är någon statlig -*

Jenny avbryter och säger att hon känner till dem och Lisa påpekar att Naturvårdsverket ju också är en statlig myndighet.

Liksom studenterna är läraren medveten om samhällsdebatten, olika intressen samt att detta kan påverka information som studenterna tar del av. Han pekar på att energibolagens information är färgad av en positiv inställning till kärnkraften. Som ett slags motsatt eller neutral informationskälla tipsar Bengt om det statliga verket NUTEK. Vidare är Bengts råd till studenterna att *"försöka balansera det lite"*.

Vid det sista handledningstillfället kretsar samtalet kring slutförvar och möjligheterna att fastställa en säker plats för avfallet. Följande diskussion uppkommer apropå borrnings påverkan på berget.

- *Det är det som är problem med sånt här, vi sitter... det är hela tiden det att vi har dom olika parterna som uttalar sig. Det där är en partbilaga i och med att det är Greenpeace som har beställt det,* utbrister Niklas.

- *Men det är ju allt,* avbryter Lisa.

- *Så vet ju han vad han ska komma fram till va, precis som att det här är partbilagor dom vet ju, dom skriver inte "ja, sen har vi haft transporter, det läckte ut massa uran och många dog" dom skriver istället som här då att "ja, det har hänt olyckor men allting har fixat sig och inga problem har det vart med det",* fortsätter Niklas.

- *På en vecka så har vi fixat allting,* ironiserar Tobias.

- *Tystat ner alla!* säger Jenny och alla skrattar.

Studenternas kommentarer till Niklas påstående om att *"han vet vad han ska komma fram till"* visar på en skeptisk inställning till de källor och det forskningsmaterial de tar del av. I den pågående debatten blir alla "ja-" respektive "nej-sägare" och information och forskning färgas därefter.

Ekonomi

I diskussionen om slutförvar i samband med handledningen lyfts också den ekonomiska aspekten fram. Lisa är kritisk till SKB och menar att deras vinstintresse kan förhindra en *"objektiv bedömning av platsen för slutförvar"*. "Jag

har svårt att tänka mig att SKB skulle starta en sån här process utan att redan från början ha bestämt sig för att här ska vi lägga det liksom, så det spelar ingen roll vad dom kommer fram till för dom har inte råd eller".

Tidigare samma dag har ekonomi varit föremål för diskussion. Lisa funderar över kostnaderna för kärnkraften *"Frågan är hur dyr kärnkraften kommer bli i slutändan, man säger att den är så billig, men jag menar..."* . Erik menar att kärnkraften indirekt är subventionerad och inte, som t ex koldioxiden, beskattad.

Senare tar Lisa upp kostnaderna i samband med en olycka:

- *Vad är det som täcker en sån olycka? Det kan inte finnas nåt försäkringsbolag...*, säger Lisa varpå Jenny börjar skratta.

- *Om det väl inträffar en olycka-*, börjar Niklas.

- *Om det nu*, avbryter Jenny.

- *Och radioaktiviteten läcker ut och så va så tror jag inte det blir ett sånt stort problem just det där*, avslutar Niklas.

- *Men vem ska betala?* skrattar Erik lite chockerat.

- *Alla dör*, svarar Lisa. Det blir tyst.

Förutom diskussionen om de ekonomiska aspekterna på kärnkraft visar ovanstående samtal på en oro och rädsla.

Känsloladdade ämnen

Studenternas samtal om kärnkraften visar många gånger på en rädsla och oro. Det finns en rädsla för att en kärnkraftsolycka ska inträffa, för spridning av giftiga ämnen i samband med brytningen och för riskerna i samband med förvaring av kärnavfall i berggrunden. Detta är känsloladdade frågor och studenterna diskuterar engagerat och ofta med ett ironiskt tonfall, ett slags skämt, som jag tolkar som ett uttryck för misstro och skepticism mot de uppgifter de läser och tar del av. När Jenny läser material gruppen fått från SKB kommenterar hon kritiskt: *"Kan vi få tag i dom på SKB? ... För dom här transportererna så står det att "åh, det är så himla fint" och "behållarna är utformade efter internationella normer och krav, de ger strålskydd och skyddar också vid eventuella olyckor". Ja, hur då? Hur då? Det står liksom ingenting! Det är mest reklam och sånt. Det är frågan; hur vet dom det?"*

Möjligen är denna rädsla och oro förknippad med själva osäkerheten kring huruvida det verkligen finns tillförlitlig kunskap. Niklas pekar på detta vid det första handledningssamtalet med Göran.

- *Det finns en rädsla för radioaktivitet som vi kommer att få dras med, säger Niklas.*

- *Man vet aldrig, fortsätter Jenny.*

- *Det är ju det, man vet ju faktiskt inte, säger Lisa.*

- *Det finns de som hävdar att det finns bakterier där nere i berget som man inte känner till, berättar Niklas.*

- *Det är en intressant grej, så mycket dom har kommit fram till när dom skövlar regnskog, hur mycket olika grejer man inte har en aning om egentligen, som man gräver fram, säger Tobias.*

- *Det är väl som med radongas; "oj, va bra" och sen "oj, det va kanske inte så bra", fortsätter Niklas.*

- *Det fanns en bieffekt, avslutar Lisa syrligt.*

Lisa

Som exempel på den samhällspolitiska kontexten har jag angett studenternas samtal om politik, där kärnkraftens vara eller inte vara står i fokus, och olika aspekter så som risken för olyckor, kärnkraftens kostnader, slutförvaring och alternativa energikällor. En av studenterna i gruppen, Lisa, för oftast in den samhällspolitiska dimensionen i samtalen. Hon funderar över kärnkraften som ett samhällsproblem och frågor om avveckling, alternativa energikällor och slutförvar blir relevanta spörsmål och problem att lösa.

I början av arbetet, den första dagen, läser Lisa en intervju med statsminister Göran Persson. Hon kommenterar den och refererar till gruppens arbete:

- *Det är skitbra, det måste vi klippa in.*

- *Varför det? undrar Niklas.*

- *Det är intressant därför att han kommer att bli Sveriges statsminister, svarar Lisa. Det är intressant att klippa in hans kommentarer.*

Lisas förslag kan tolkas utifrån perspektivet "kärnkraftens vara eller inte vara". Göran Perssons uttalanden visar på en åsikt som antingen sällar sig till åsikterna hos dem som är för eller emot kärnkraften. Därmed blir hans kommentarer viktiga

i Lisas perspektiv, eftersom de kan påverka den framtida utvecklingen i en viss riktning. Exemplet visar tydligt på en medvetenhet om samhällsdebatten och en kontextualisering av uppgiften i ett politiskt sammanhang.

I följande exempel resonerar Lisa kring slutförvaringen och problemet med att vetenskapligt fastställa en säker plats för slutförvar.

- Jo, men samtidigt så vet vi ju att det inte finns, eller vi vet ju att det inte finns nåt som är på det ena eller andra sättet eftersom ingen har kommit fram till några belägg som håller i hela världen så kan det inte finnas nåt rätt eller fel utan det är hela tiden en bedömningsfråga vad man vill ta för risker. Det va som nån skrev här, jag väljer att röka men jag skulle aldrig åka utför en brant backe med skidor. Det beror på, det är upp till var och en att bedöma vad det är för risker med saker och ting, vad man vill utsätta sig för så att säga.

Lisa säger att "det är en bedömningsfråga vad man vill ta för risker" och lämnar därmed en vetenskaplig kontext för bedömning av risker. Hon avslutar med att tala om risktagande i stort inom ramen för en personlig bedömning på individuell nivå.

Samtalen om risken för olyckor och utsläpp vid slutförvaringen skapar också frustration. Efter några dagars arbete och diskussioner om förvaring av avfall i bergrum utbrister Lisa upprört:

- Men var fan ska man göra av det då?

- Vilken är den bästa lösningen? frågar Jenny.

- Nej, för jag menar dom stoltserar så himla mycket med att, där dom skulle göra det här, och sen kom Greenpeace dit och dom demonstrerade vilt och så där och dom va så himla stolta, det blev minsann inget kärnavfall där. Men jag menar var fan ska vi göra av det? Ska vi lasta det utomlands? Jag menar det är lite så där, fortsätter Lisa.

- Vi måste ta hand om det, säger Jenny.

- Ja, instämmer Lisa.

Lisa syftar på demonstrationer i svenska kommuner där förslag om provborrningar funnits. Hennes reaktion är förståelig; frågan om placering av kärnavfall är inte löst. Det finns med andra ord inget svar på hennes fråga. Vidare beror frustrationen på att inte heller vetenskapen kan ge henne de "objektiva" svar hon önskar och inte förbli en fråga om "för eller emot".

En eventuell avveckling av kärnkraften blir föremål för diskussioner vid flera tillfällen. Studenterna resonerar om vilka alternativ som finns och om de är tillräckliga för framtida försörjning.

- *Jag tycker det är svårt att få nåt begrepp om vilka alternativ det finns, säger Lisa. På vissa låter det som att det räcker med vindkraftverk och lite biobränsle.*

- *Den stora frågan är väl om biobränsle finns som alternativ, fortsätter Niklas. Att utnyttja fossila bränslen -*

- *Nej, det är inte att tänka på, avbryter Lisa.*

- *Sol, men det är väl inte, och vindkraft är inte att tänka på de närmaste 10 åren, säger Niklas. Gruppen fortsätter att diskutera alternativa energikällor som biobränslen och vindkraft tills Lisa avbryter och säger:*

- *Men är det inte lite irriterande att de säger att å ena sidan, vi fixar lite biobränsle, vi snålar in lite och vi höjer elpriserna om vi lägger ner hälften av kärnkraftverken medan andra sidan säger att det är helt omöjligt; Sverige kan inte lägga ner, det är nästan så att vi inte kan lägga ner en reaktor för då kommer vi inte få det varmt på vintern. Man undrar, det måste finnas nån slags objektiv, jag vet inte.*

Hon tillägger sedan:

- *Men det är egentligen inte vår uppgift just nu. Men det är ju det som är intressant på nåt sätt.*

Lisas avslutande kommentar visar på ett intresse för frågor om alternativa energikällor. Mot bakgrund av att hon själv är medveten om en eventuell framtida avveckling, och kanske hennes egen åsikt är att en sådan avveckling bör komma till stånd, är det inte märkligt att frågan om alternativa energikällor intresserar henne. "*Men det är egentligen inte vår uppgift just nu*" är också ett uttryck för en slags medvetenhet och uppfattning om vad som bör göras inom ramen för uppgiften; att diskutera alternativa energikällor är inte en del av den. Att studenterna diskuterar dessa aspekter när de arbetar ensamma i grupp, och inte i närvaro av handledaren, visar sig vid en kvantitativ genomgång av materialet (se nedan). Därmed illustrerar utsagan vad som tycks utmärkande för studenternas arbete med uppgiften. De dras till uppgiftens olika politiska aspekter; kärnkraften väcker frågor och utgör ett problem som kräver lösningar. Detta betyder att studenterna på intet sätt är omedvetna om vad som krävs av dem eller vad som ryms inom ämnet fysik. Tvärtom betyder det att de väljer att diskutera för dem

angelägna frågor när handledaren inte är närvarande; kort sagt, de väljer lämpligt tillfälle.

Vid en kvantitativ analys av det empiriska materialet har studenternas utsagor angetts i millimeter text för att möjliggöra en ungefärlig uppskattning av samtalens innehåll. I de samtal som studenterna för *utan* handledare utgörs en vetenskaplig kontext som rör fysik och teknik av 16 %. De utsagor som rör procedurproblem omfattar 35% och utgörs av diskussioner om avgränsning av uppgiften vad gäller innehåll, "*vad ska vi ta med?*", och samtal om den information de tar del av under arbetets gång i form av bl a källkritik. Den samhällspolitiska kontexten utgörs av 38%. Inom ramen för denna handlar samtalen om risker för olyckor, utsläpp, om politik så som diskussioner om kärnkraftens framtid, ekonomi och alternativa energikällor till kärnkraft. Slutligen har utsagor kategoriserats under rubriken "övrigt", med 11%, då samtalen inte berör uppgiften utan t ex handlar om att planera en klassfest, eller samtal som är av personlig karaktär.

När det gäller de samtal som gruppen för med handledaren tecknar sig bilden annorlunda. Samtalen kretsar huvudsakligen kring fysik och teknik, den vetenskapliga kontexten, och utgörs av 47%, och den samhällspolitiska kontexten av 24%. Procedurproblem utgör 29%, och rör frågor om avgränsning av uppgiften och information samt informationssökning.

Sammanfattningsvis ger denna sammanställning vid handen att studenternas samtal om uppgiften, när handledaren inte är närvarande, huvudsakligen rör den samhällspolitiska aspekten samt procedurproblem. Med handledaren rör samtalen till största delen istället fysikaliska, kemiska och tekniska aspekter.

En vetenskaplig kontext

I samtalen som förs mellan handledare och studenter framträder, och möts, olika frågeställningar och perspektiv. Studenterna tar upp och diskuterar uppgiften utifrån ett samhällspolitiskt perspektiv som omfattar en rad olika ämnen. Görän, å andra sidan, vidhåller ett vetenskapligt perspektiv som omfattar de naturvetenskapliga ämnena fysik, kemi och geologi.

Vid det sista handledningssamtalet uppstår en lång diskussion om slutförvaring av kärnavfall i berggrunden. Studenterna uttrycker en misstro och kritik mot forskningens möjligheter att fastställa en säker plats för förvaring.

- *Det är ju hela tiden det, det finns ju inget objektiva material liksom, säger Niklas. Så det är svårt att, utan att ha dom kunskaperna om geologi för att kunna uttala sig.*

- *Lite objektiva material när det gäller sånt här utredningsmaterial eller sånt material man bedömer, men i geologi kan man väl säga att det bör finnas objektiva material, anser Göran.*

- *Mm, svarar Niklas.*

Lisa protesterar och menar att *"det finns inga belegg i som håller i hela världen"* och att det istället är upp till var och en att göra en bedömning vilka risker man är beredd att ta.

-*Det är klart man har ju naturen och se på nåt sätt, svarar Göran. Vi har berg och berggrund som vi kan bedöma varit oförändrade ett visst antal år.*

- *Mm, säger Lisa.*

- *Själva formen på det, sen är det klart fråga hur material transporteras i den och där bör man väl känna till en hel del också tycker man, fortsätter Göran.*

- *Jo, men just det med sprickbildning så vet man ingenting om, det finns inga modeller för att räkna ut var det finns sprickor, menar Erik.*

- *Nej, säger Lisa.*

- *Nej, säger Göran.*

- *Och man kan ju inte borra och kolla varenda millimeter i ett berg bara för att leta efter sprickor, fortsätter Erik.*

Exemplet visar å ena sidan studenternas kritiska inställning till forskningen, att det saknas "objektiva" material och modeller för tillämpning. Göran vidhåller däremot geologins objektivitet. De olika perspektiven, studenternas samhällspolitiska och handledarens vetenskapliga, bryts mot varandra i samtalet.

Efter att studenterna också tagit upp och diskuterat företagets vinstintressen och sätt att förvränga fakta summerar Göran samtalet:

- *Men det täcker ju ganska fint, ni får in anrikningen det är ju en kärnfysikalisk process egentligen eller ja, teknisk process va och diffusion och centrifugering och sen transportriskerna kommer ni in på, det är mest geologi då, slutförvaring.*

Göran lämnar studenternas ekonomiska och politiska spörsmål därhän, utan att delta i diskussionen eller kommentera den, och summerar studenternas arbete utifrån en ämnesinriktad och vetenskaplig ståndpunkt.

Samtalet avslutas till sist med att Göran tipsar dem om ämnet kärnkemi och uppmanar dem att hämta information:

- Det finns kärnkemi har ni hört talas om det? Dom arbetar ju med slutförvaring (...) Det är en avdelning på kemi institutionen som studerar det där med kemiska reaktioner i jorden eller vad som händer om det kommer ut radioaktiva avfallsprodukter. Dom har ett eget bibliotek men det är slutet och inte offentligt. Men det finns i allafall, högt upp i kemihuset. Nej, men det låter väl fint, ni är nöjda så här långt?

Förutom att försöka styra in deras diskussion och perspektivval till att gälla fysik och kemi, eller vetenskap i stort kontrollerar Göran också vid några tillfällen att studenterna inhämtat kunskap som rör fysik och kemi: *"Vi hade lite resonemang om olika avfallsprodukter förra gången och sånt där, ni har kärnprocesserna klart för er, vad som händer i reaktorn med klyvningar?"*

De samtal som studenterna för kring uppgiften utan handledarens närvaro, och som rör fysik, startar alla med en fråga som någon i gruppen ställer. I följande exempel funderar Niklas över orsakerna till en härds smälta.

- Det måste va att trycket ökar inne i reaktorn, som gör att det blir...

- Det såg du va? Kylvattnet sjönk och trycket ökar, säger Erik.

- Och det går håll till slut och det läcker ut, fortsätter Niklas.

- Kylvattnet läcker ut då ja, svarar Erik.

- Det är väl inte trycket, det är väl att det blir så jävla varmt, säger Lisa.

- Ja, men då ökar ju trycket! säger Erik och Jenny samtidigt.

- Men beror det verkligen på att trycket blir högre? undrar Lisa.

- Ja, öhh, svarar Erik.

- Nu skämtar Mia här också, säger Niklas varpå alla skrattar.

- Trycket ökar så, fortsätter Erik.

- Det gäller alltså även i en kok, undrar Lisa.

- Du menar att det skulle smälta annars? frågar Niklas.

- I en kokreaktor, jag trodde att, svarar Lisa.

- Nej, men det måste bildas ett tryck där också, säger Niklas. Lisa fortsätter:

- Jo, givetvis men jag undrar om det är det som är anledningen?

- Frågan är, frågan som jag undrar över är om det är så att . . . om en härdsmlta innebär det att det blir ett sånt högt tryck att det går hål på reaktorn och då kommer radioaktiviteten ut eller hur kommer radioaktiviteten ut? frågar Niklas.

- Oftast sticker det rakt ner, det blir så varmt att det smälter rakt ner igenom reaktorhärden och rakt ner i backen, svarar Erik.

Samtalet om härdsmlta fortsätter för att så småningom gå över i samtal om risken för härdsmlta. Den fysikaliska och tekniska aspekten av frågan, huruvida det är tryck eller värme som orsakar härsmälta, tar studenterna upp senare i ett handledningssamtal med Göran.

I ett annat exempel är det Tobias som vänder sig till gruppen med en fråga:

- Är det nån som vet vad en urankuts är för nåt?

- Ja, det var det som Göran pratade om. Kuts, kuts! Det står faktiskt här i också, det är ett vedertaget namn det är inte bara Göran..., säger Niklas.

- Men hallå - "bränslet är efter användning mer än tre miljoner gånger mer radioaktivt än tidigare", citerar Lisa.

- Uran är inte så radioaktivt - det är cesium, svarar Erik.

- "Det tar flera hundra miljoner år innan radioaktiviteten i kutsen sjunkit till den ursprungliga nivån", läser Niklas högt.

- Det har jag aldrig fattat, svarar Lisa.

- Det står i Forsmarks papper att. . . det står här att det tar 1000 år innan det är 1% kvar, fortsätter Niklas.

Studenterna fortsätter att diskutera radioaktivitet hos kärnbränslet och Tobias läser senare högt för de andra:

- Här står det att "efter 1000 år återstår mindre än 1% av radioaktiviteten i det använda bränslet. Det måste dock hållas isolerat under långa tider eftersom kvarvarande radioaktiva ämnen kan vara skadliga om man får dem i kroppen."

- Jaha, säger Lisa.

- Då pratar vi inte hög radioaktivitet, fortsätter Tobias.

- Ska man verkligen gräva ner det och smälla igen det? frågar Lisa.

- Men där hade Göran en poäng, svarar Niklas, kommer man på en massa saker då får man gräva sig ner 500 jävla meter igen.

Samtalet ovan om radioaktivitet och sönderfallning avslutas med att Lisa tar upp frågan om slutförvar och för över samtalet till en samhällspolitisk kontext. Exemplet illustrerar därmed de ständiga växlingar mellan olika kontexter som är utmärkande för gruppens samtal om uppgiften.

Sammanfattningsvis omfattar den samhällspolitiska kontext som studenterna har som tolkningsram för uppgiften en rad olika ämnen. Jag har tagit upp politiska och forskningspolitiska aspekter samt ekonomiska, etiska, emotionella och existensiella. Studenterna tar också upp och diskuterar naturvetenskapliga aspekter så som geologi, kemi och fysik. När studenterna diskuterar uppgiften, med eller utan handledare, växlar de obehindrat mellan olika ämnen utan att själva alltid vara medvetna om detta. Denna växling mellan olika ämnen och kontexter visar på en *kontextuell osäkerhet* (Wistedt, 1993). Begreppet syftar på en osäkerhet inför vilken kontext och inom vilka ramar en given uppgift bör tolkas och tar sig uttryck i en växling mellan olika kontexter. Vidare utmärks kontextuell osäkerhet av en omedvetenhet om att begrepp och teorier har en särskild innebörd inom en viss kontext och inte kan användas utanför den kontexten utan att deras betydelse ändras.

I samtal med vänner och i vardagligt tal blandar vi gärna olika teorier som t ex rör människan; biologi, psykologi eller sociologi. Detta låter sig inte göras i ett vetenskapligt sammanhang utan att det blir missförstånd och vad som krävs eller eftersträvas är istället *kontextuell medvetenhet* eller *kontextuell preferens* (Wistedt, 1993). Begreppen syftar på en medvetenhet om den kontext som gäller för tolkningen, eller en kontext som en individ preferer och väljer framför en annan. Kontext-preferens bygger därmed på en kontextuell medvetenhet hos individen.

I en utvärdering av examinationsförfarandet på programmet Naturvetenskaplig problemlösning med miljövetenskap vid Göteborgs universitet (Wistedt, in press), samma program som studenterna i denna studie tillhör, ges en beskrivning av en individuell muntlig examen. På programmet sker examinationen av studenternas grupparbeten genom kravet att framställa en skriftlig rapport, att gemensamt med gruppen sedan muntligt redogöra för denna inför klassen samt genom en individuell, muntlig examination.

Ett exempel från den individuella examinationen i fysik lyfts fram i rapporten och visar på skillnader i studenternas förståelse av ämnet på ett konkret plan men också på en övergripande nivå. Av exemplet framgår också hur studenterna tolkar och söker förstå den situation och det undervisningssammanhang de befinner sig i. En examiner ställer frågor till två kvinnliga studenter, individuellt, som handlar om felkällor som gruppen bör ha tagit hänsyn till i arbetet. Den ena kvinnan svarar direkt och går igenom de felkällor som gruppen omnämnt i sin rapport på ett logiskt och strukturerat sätt. Den andra studenten tvekar genast och frågar vilka felkällor som hon ska ta upp - de finns ju omnämnda i rapporten som examinatorn redan har läst. Hon fortsätter sedan under förhöret att nämna några felkällor, lite trevande och slumpartat. " If a student, for instance, does not know what it means to 'tell about' sources of error in a physical discourse, or to explain the use of models in statistical setting, he or she is at loss organising an answer to questions posed." (Wistedt, in press, s. 14).

Den kontextuella osäkerhet som redogörelsen ovan är ett exempel på framkommer också i studenternas arbete med uppgiften i föreliggande studie. De växlar obehindrat mellan olika ämnen, mellan personliga och teoretiska resonemang och visar därmed på en osäkerhet om vilken kontext som gäller för tolkningen av uppgiften.

Kontextuell osäkerhet kan vidare beskriva studenternas och handledarens omedvetenhet om innebörden av orden "objektivitet" och "riskbedömning" inom ramen för de olika kontexter, en samhällspolitisk och en vetenskaplig, som aktualiseras. De teoretiska ramar på metanivå som utmärker respektive kontext ger också orden deras skilda betydelser och kvalitéer.

De olika kontexterna - en jämförelse

De båda kontexterna, den vetenskapliga och den samhällspolitiska, kontrasterar och skiljer sig åt på flera punkter.

Metanivå

Studenternas samhällspolitiska kontext karaktäriseras på metanivå av en rad olika frågeställningar och ämnen som aktualiseras. Dessa diskuteras fritt utan att växlingarna är tydliga, vare sig för studenterna själva eller handledaren. Den vetenskapliga kontexten karaktäriseras av *ett* perspektiv samt vikten av att detta vidhålls. Vidare väcker studenternas tolkning känslor av rädsla och oro. Dessa emotioner kan också sägas stå i ett motsatsförhållande och kontrast till ett objektivet vetenskapligt perspektiv.

Begreppslig nivå

När studenterna samtalar om uppgiften, samt i mötet med handledaren, uppkommer vid flera tillfällen diskussioner om begreppen "objektivitet" och "riskbedömning". Utifrån de skilda kontextualiseringar som studenter och handledare gör får dessa begrepp också olika innebörd.

Objektivitet

Under arbetet med uppgiften diskuterar studenterna det material de tar del av och kritiserar ofta data utifrån aspekten "för eller emot kärnkraft". Medvetna om den pågående debatten försöker de identifiera ja- och nej-sägarna och balansera materialet. Den första dagen säger Erik:

- Det är svårt att hitta någonting negativt om kärnförvaring, allting är så positivt eftersom det bara är kärnkraften som har information om det. --- Fast Greenpeace hade ju en del negativt.

Ordet "balansera" används av fysikläraren Bengt efter introduktionen av uppgiften.

- Man ska ju vara medveten om att det är väldigt mycket broschyrer från de här energiföretagen, väldigt mycket propaganda om man så säger. Så att man försöker balansera det lite. NUTEK är någon statlig...

Därmed kontextualiserar även fysikläraren uppgiften inom ramen för en samhällspolitisk kontext. Vidare blir ordet "opartisk" viktig i sammanhanget. Objektivitet i den pågående debatten blir liktydigt med opartiskhet.

- Det är alltså opartiskt det där för det är Ringhals som har gjort det, säger Niklas ironiskt. Det är ju statligt då.

- Då är det opartiskt, fortsätter Tobias. Här visar dom en skål från 1800-talet som är färgad med uranoxider... det är en sån där typisk, "uran, det har man haft

länge så det är inte farligt". Han bläddrar vidare i materialet. Här kommer det tillbaka igen, "farfars värld var också radioaktiv".

Samtalet visar hur väl medvetna studenterna är om de olika intressenter som finns kring kärnkraften. Niklas ironiserar över det faktum att staten är delägare i kraftbolagen och traditionellt anses som "opartisk". I studenternas egen presentation och sammanställning av data och uppgifter finns också en strävan mot objektivitet och opartiskhet. Följande samtal exemplifierar detta:

- Skulle vi inte ta en positiv vinkling också? frågar Jenny och småskrattar. Var det inte nåt vi sa i början? Att om man hade haft koldrivnet nånting så hade man fått fram samma energi?

- Det behöver inte vara en negativ vinkling på nåt av det vi skriver om, svarar Erik.

Eriks svar kan tolkas som att gruppens arbete inte omfattar tolkningar av miljöaspekter som är värdeladdade eller valda ur ett visst perspektiv; en negativ vinkling. Därmed är deras syfte med arbetet och uppgiften att inta en kritisk hållning gentemot olika intressenter och data samt att själva försöka vara opartiska.

I det avslutande handledningsamtalet med Göran om slutförvar av kärnavfall i berggrunden använder Niklas begreppet "partbilagor" och syftar därmed på motstridiga intressen kring kärnkraften. Begreppet "objektiv" blir sedan föremål för diskussion mellan handledare och studenter.

- Det finns ju vissa vatten-reservoarer som tar flera miljoner år innan dom fullbordar en cirkel, säger Erik.

- Ja, det gör det. Är inte dom stabila dom där? frågar Göran.

- Det vet man inte om det stämmer när man borrar, svarar Erik.

- Det är ju det, instämmer Niklas.

- Hur det påverkas när man borrar, fortsätter Tobias.

- Åhh! suckar Jenny.

- Det är det som är problem med sånt här, vi sitter... det är hela tiden det att vi har dom olika parterna som uttalar sig. Det där är en partbilaga i och med att det är Greenpeace som har beställt det, säger Niklas.

- Men det är ju allt, avbryter Lisa.

- Så vet ju han vad han ska komma fram till va, precis som att det här är partbilagor dom vet ju, dom skriver inte "ja, sen har vi haft transporter, det

läckte ut massa uran och många dog” dom skriver istället som här då att ”ja, det har hänt olyckor men allting har fixat sig och inga problem har det vart med det”, fortsätter Niklas.

- På en vecka så har vi fixat allting, ironiserar Tobias.

- Tystat ner alla! säger Jenny och alla skrattar.

- Det är ju hela tiden det, det finns ju inget objektivt material liksom. Så det är svårt att, utan att ha dom kunskaperna om geologi för att kunna uttala sig, säger Niklas.

- Lite objektivt material när det gäller sån här utredningsmaterial eller sånt material man bedömer, men i geologi kan man väl säga att det bör finnas objektivt material, anser Göran.

Samtalet visar på de olika kontexter som handledare respektive studenter argumenterar utifrån. Den samhällspolitiska kontexten ger vid handen att det finns rivaliserande intressen och studenterna tvivlar därmed på forskningens "objektivitet". Göran å andra sidan vidhåller möjligheten till objektivitet och argumenterar utifrån en vetenskaplig kontext. Begreppet "objektivitet" i ett vetenskapligt sammanhang är en fråga om vetenskaplig prövning, uppfyllande av särskilda kriterier och bedömningar som det vetenskapliga kollektivet garanterar.

Samtalet ovan visar därmed hur handledare och studenter talar förbi varandra, omedvetna om samtalets metanivå och de olika kontexterna. Jenny uttrycker också sin uppgivenhet över detta under samtalets gång och suckar. Det som framstår som ett slags ställningskrig mellan handledare och studenter, om vem som har rätt och fel och besvikelse över att inte vara förstådd, är egentligen en diskussion utifrån två skilda kontextualiseringar.

Riskbedömning

I arbetet med uppgiften kommer studenternas samtal ofta in på risken för att en olycka kan inträffa. Dessa diskussioner handlar om beräkningar av risken för olyckor och om hur stor risken är att det kan hända i Sverige. De uttrycker vid några tillfällen en skepticism mot beräkningar av olycksrisken.

- Amerikanska motsvarigheten till svenska kärnkraftsinspektionen räknar med en stor olycka på 20 år, berättar Niklas. Men då tänkte vi att då har ju både Harrisburg och Tjernobyl varit nu och det är ändå ganska kort tid.

- Ja, ja, sannolikheten, suckar Lisa.

Niklas ger också uttryck för tankar kring olycksrisken i Sverige:

- *Risken för att en olycka ska hända är jävligt liten. Den enda olycka som har hänt är ju den i Tjernobyl egentligen. Harrisburg var ju inte en sån olycka att det läckte ut nånting. Vad man än tycker så är det ju en viss skillnad på Tjernobyl och dom vi har i Sverige ... men det hjälper inte när det händer så att säga!*

Även om risken för en olycka är liten, vilket flera av studenterna tycks anse, så kan likväl konsekvenserna av en olycka vara katastrofala. Risken för att en olycka kan inträffa blir därmed oroande alldeles oavsett beräkningar om sannolikhet.

Diskussionen om risken *för* och risken *vid* en olycka kommer fram i följande samtal om avgränsning.

- *Nej, men den här riskfaktorn, jag känner att -*, börjar Lisa.

- *Det är utifall att en olycka inträffar som det finns ett miljöproblem med det hela*, avbryter Niklas.

- *Ja, det är ju det*, instämmer Jenny.

- *Men det är å andra sidan så himla omfattande och...*, framhärdar Lisa.

Lisa för ett resonemang som liknar Niklas ovanstående kommentar. Uppfattningen tycks vara att risken för en olycka må vara liten men konsekvenserna ändå stora. I samtalet tydliggörs också skillnaden mellan risken *för* och *vid* en olycka. Gruppen väljer att inte heller ta med riskerna *vid* en olycka, hur t ex ett utsläpp kan gå till, på vilket sätt radioaktiviteten påverkar omgivningen o.s.v, som en del av redovisningen (se bilaga 2). Istället hänskjuter studenterna frågan till en annan grupp som skall arbeta med kärnkraft och teknik.

- *Men vi skiter i det där med risk, om det blir härdsmlta typ?* säger Niklas.

- *Ja, jag vet inte om det*, säger Lisa tveksamt.

- *Det är dom som har 'teknik' inom kärnkraft, dom måste ju ta upp det*, menar Erik.

- *Det är det vi inte vet!* påpekar Jenny.

- *Jo, men vi kan inte ta, egentligen vi skulle kunna ta alla saker*, anser Erik.

I det sista handledningssamtalet uppstår en diskussion om risken för utsläpp vid slutförvar i berggrunden. Studenterna kritiserar och tvivlar på möjligheten att nå sanningsenliga bedömningar. Lisa menar att *"ingen har kommit fram till några belägg som håller i hela världen, så det kan inte finnas något rätt eller fel utan det är hela tiden en bedömningsfråga vad man vill ta för risker"*. Hon fortsätter

med att säga att "det är upp till var och en bedöma vad det är för risker med saker och ting, vad man vill utsätta sig för så att säga".

- Det är klart man har ju naturen och se på på nåt sätt, svarar Göran. Vi har berg och berggrund som vi kan bedöma varit oförändrad ett visst antal år.

- Mm, säger Lisa.

- Själva formen på det, sen är det klart fråga hur material transporteras i den och där bör man väl känna till en hel del också tycker man, fortsätter Göran.

- Jo, men just det med sprickbildning så vet man ingenting om, det finns inga modeller för att räkna ut var det finns sprickor, menar Erik.

- Nej, säger Lisa.

- Nej, säger Göran.

- Och man kan ju inte borra och kolla varenda millimeter i ett berg bara för att leta efter sprickor, fortsätter Erik. Lisa tar upp ytterligare ett problem för slutförvaringen.

- Sen verkar det vara ett himla problem för om dom nu hittar en förvaringsplats som dom ska undersöka, då får dom göra allting, bygga det här förvaringsutrymme, tunneln eller vad det nu kan vara, och sen börja gå igenom området runt omkring och sen när allt det här förarbetet är gjort då, man har investerat fruktansvärt mycket pengar så är det inte alls säkert att det är rätt ställe. /.../ Så att jag har svårt att tänka mig att SKB skulle starta en sån här process utan att redan från början ha bestämt sig för att här ska vi lägga det liksom, så det spelar ingen roll vad dom kommer fram till för dom har inte råd eller.

- Det finns ju vissa klara direktiv i och för sig, påpekar Erik.

- Jo jo, men ändå det känns inte som att det kommer att bli så där jätteobjektivt, jag vet inte, avslutar Lisa.

Med ovanstående exempel vill jag visa hur studenterna och handledaren diskuterar risker och riskbedömning. Studenterna intresserar sig för risken för olyckor och diskuterar frågan om risker i stort. Företagens vinstintresse och "köpta" forskare är faktorer som kan öka riskerna för olyckor. Därmed diskuterar och funderar studenterna kring risken för olyckor utifrån ekonomiska, etiska, känslomässiga och personliga aspekter. För dem är risker en bedömningsfråga med en rad faktorer inräknade inom ramen för en samhällspolitisk kontext. Mot bakgrund av debatten "för eller emot" är frågan också öppen för diskussion och egna ställningstaganden.

Göran resonerar om riskerna *vid* olyckor och utsläpp. I samtalet tar han upp frågor som rör vetenskapliga metoder och tillvägagångssätt. Risken *för* olyckor är inte, som för studenterna, en öppen fråga utan inkluderad i ett vetenskapligt sammanhang. Risken *för* olyckor är något att kalkylera med inom en given, prövbar, modell. Studenterna däremot ifrågasätter för det första modellen och kritiserar vidare möjligheterna att överhuvudtaget få fram fakta. Därmed är de kritiska till hela synsättet. Sammanfattningvis visar samtalet att studenter och handledare har olika utgångspunkter för diskussionen av riskbedömning och argumenterar inom ramen för olika kontextualiseringar.

Praktisk nivå

De frågeställningar på metanivå som lyfts fram inom de olika kontexterna får också konsekvenser på praktisk nivå och vid urval av data. Studenternas strävan efter att vara opartiska och balansera materialet gör att de söker information från olika intressenter så som statliga myndigheter, företag, intresseorganisationer och forskare. I media framträder vidare de olika intressenterna och delger sina ställningstaganden i den pågående debatten. Även där finns data som är intressanta för studenterna. Ett exempel är när Lisa läser en artikel i dagstidningen och säger:

- *Det är skitbra, det måste vi klippa in.*

- *Varför det?* undrar Niklas.

- *Det är intressant därför att han kommer att bli Sveriges statsminister,* svarar Lisa. *Det är intressant att klippa in hans kommentarer.* Detta leder in gruppen i en första diskussion om avgränsning.

- *Frågan är alltså; vad är det vi ska presentera? Vad är det vi ska skriva om? /.../ Vad finns det för miljöaspekter man kan diskutera?*

Denna urvalsprincip, att balansera materialet, kan jämföras med urvalsförfarande inom forskning och vetenskapligt arbete. Utifrån den forskningsfråga som forskaren avser att studera sker ett urval med syfte att finna relevant material eller objekt. Inom geologi, som handledaren diskuterar med studenterna, utgörs det empiriska materialet av berggrunden och vattnets rörelser.

Samhällspolitisk kontext

Vetenskaplig, teoretisk kontext

"Kärnkraftens vara eller
inte vara"

metanivå

Geologi

"objektivitetet"
balansera materialet
opartiskhet

alternativa referensramar

"objektivitetet"
vetenskaplig prövning,
bevisföring

"riskbedömning"
risken *för* olyckor

"riskbedömning"
risken *vid* olyckor
(modeller)

statliga myndigheter
företag (Kraftbolagen)
intresseorganisationer
forskningsrapporter

praxis

berggrund,
vattnets rörelser

Figur 2. Modellen visar skilda nivåer inom en samhällspolitisk och vetenskaplig kontext: metanivå, begreppslig nivå samt praktisk nivå.

Vad får dessa skilda kontextualiseringar och den kontextuella osäkerhet som både studenter och handledare visar för konsekvenser? Inledningsvis i detta kapitel presenterade jag studenternas arbete med uppgiften som ett procedurproblem, som en uppgift att lösa rent praktiskt, till skillnad från ett ämnesrelaterat problem. Jag menar att studenternas återkommande samtal och upprepningar om att arbetet ska resultera i en A4-sida är ett sätt att bemästra de svårigheter studenterna har att definiera en rimlig kontext inom vilken uppgiften ska lösas. "En A4" blir ett slags halmstrå att klamra sig fast vid eller att utnyttja när osäkerhet om de innehållsmässiga aspekterna uppstår. I samband med ett handledningssamtal föreslår Göran att gruppen ska omnämna vapenspridning som en miljöaspekt. Jenny protesterar och säger "*det är det att det är en A4, vi kan inte*". En A4 fungerar därmed som ett led i argumentationen och som ett försvar av innehåll. Vid det andra handledningstillfället undrar Göran vilka böcker som gruppen använt i arbetet och Niklas svarar i skämtsamt ton "*Ja, men eftersom det dessutom bara är en A4 vi ska skriva räcker det här gott och väl*". Exemplet visar att även

mängden material kan defineras utifrån en princip om en A4, utan att beakta vilka innehållsmässiga konsekvenser detta får.

Eftersom syftet och intentionen med uppgiften inte uttrycks i samband med att uppgiften tilldelas studenterna förblir arbetet ett slags sökande efter denna samt egna, personliga tolkningar av uppgiften. Däremot har omfånget av uppgiften tydliggjorts, en A4, och detta blir vägledande. På samma sätt försöker flera studenter i en undersökning av Wistedt et al (1997) att ta fasta på enstaka 'ledtrådar' när de försöker lösa en uppgift om induktion i matematik. "If the point of the instruction is lost to the students, they can only attend to single elements given in teaching: examples, algorithms or rules that apply to local cases. In order to create contexts that link such elements to each other and to a main line of reasoning the students have to take more embracing conceptions into account: beliefs determining what kind of questions can be asked within the realm of the subject and what constitutes knowledge within the subject domain." (a.a s. 22)

I denna studie är meningen med uppgiften oklar för studenterna, och uttrycks heller inte tydligt av handledaren i samtalen med gruppen, utan kommuniseras mera indirekt. Visserligen kontextualiserar Göran uppgiften inom ramen för en naturvetenskaplig kontext, men eftersom detta inte förmedlas till studenterna på en meta-teoretisk nivå, blir konsekvensen att studenter och handledare missförstår varandra och irritation uppstår.

Vidare försvåras studenternas kontextualisering av uppgiften inom ramen för ett visst ämne av den bredd av tolkningar som uppgiften aktualiserar. Det empiriska materialet visar att studenterna är intresserade av problem och lösningar i samband med kärnkraft och är insatta i den pågående samhällsdebatten. De känner till de olika intressenterna och aktörerna och diskuterar engagerat olika aspekter som rör kärnkraften.

Ytterligare en aspekt att beakta i samband med studenternas tolkning av uppgiften är de emotioner som kärnkraften väcker. Debatten i sig är ofta laddad och rädsla och oro för en eventuell olycka tar studenterna upp nämner och som en viktig aspekt "*som vi kommer att få dras med*".

1 Diskussion

Inledningvis i denna studie beskrev jag en grupp ungdomars uppfattning av miljöproblem från min C-uppsats (se Bakgrund). För dem väcker miljöproblem en rad perspektiv. Ungdomarna talar också om problemen, dess orsaker och lösningar utifrån ett individuellt och samhälleligt perspektiv utan att vara medvetna om skillnader i hur miljöproblemen framträder i olika kontexter. Dessa ungdomar är intervjuade i syfte att fånga deras vardagsföreställningar och inte i specifik skolmiljö med en given uppgift. Men uppfattningarna som de gav uttryck för, och miljöproblemets komplexitet som de beskrev i form av olika perspektiv, delar de med studenterna i denna studie.

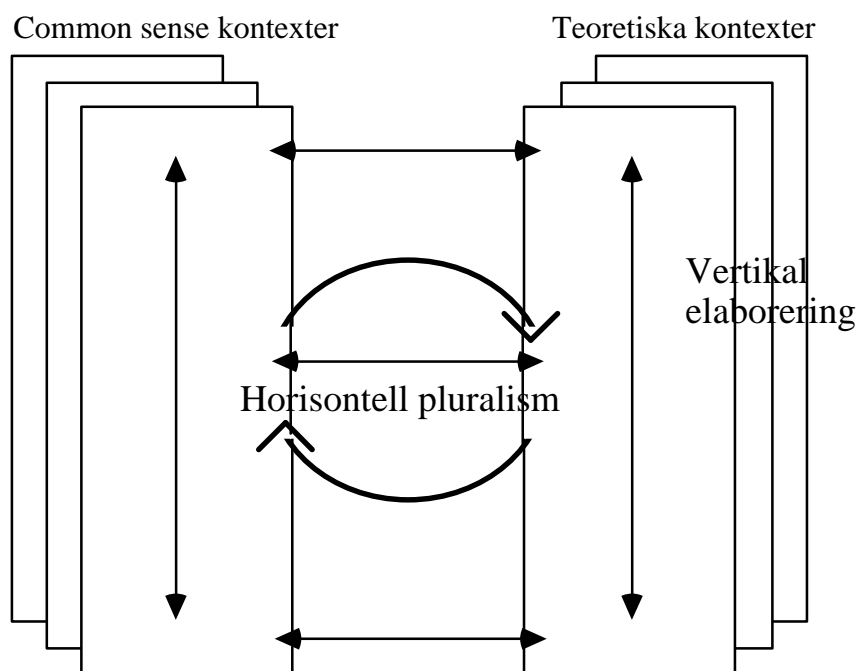
I ett *intentionellt* perspektiv, där studenters och lärares utsagor förstås som meningsfulla handlingar, tolkar studenterna den givna uppgiften inom ramen för en samhällspolitisk, liksom vetenskaplig, kontext. Den samhällspolitiska kontexten dominerar när de arbetar själva i gruppen utan handledaren och engagerar i hög grad studenterna. Inom den ryms angelägna frågor om kärnkraftens framtid, hur Sverige ska lyckas med en avveckling, om riskerna för olyckor och placering av kärnavfall för slutförvar.

I samtalen med handledaren tar studenterna upp dessa frågor. De är kritiska till vetenskapen, både dess möjligheter att fastställa säker kunskap men också risken för att forskarna kan vara "köpta" eftersom de finns motstridiga intressen kring kärnkraften och dess framtid existens. Handledaren å sin sida lyckas inte få eleverna att förstå vetenskapens förutsättningar och metoder.

De skillnader i kontextualiseringar som studenterna och läraren aktualiserar kan påvisas, för det första, i kvantitativa mått. I de samtal som studenterna för utan handledare utgör den samhällspolitiska kontextualiseringen 38% och den vetenskapliga kontextualiseringen 16 % av det totala samtalsutrymmet. Samtalen med handledaren utgörs till största delen av en vetenskaplig kontextualisering, 47%, och en samhällspolitisk kontextualisering med 27%. För det andra uppstår missförstånd mellan lärare och studenter som följd av att ord och uttryck har olika betydelse beroende på skilda kontextualiseringar.

För det tredje visar sig skillnaderna i kontextualisering i val av data. Studenternas kontextualisering av uppgiften inom en samhällsvetenskaplig kontext ger ett urval av data i form av såväl informationsbroschyrer från företag som forskningsrapporter. För det fjärde, och slutligen, för inte studenterna ett konsistent resonemang utan växlar snabbt mellan olika kontexter medan handledaren samtalar utifrån ett vetenskapligt perspektiv.

Av studien framgår att studenterna och handledaren inte är medvetna om samtalets metanivå och skillnaderna i form av olika kontextualiseringar. De är omedvetna om att de i diskussionen aktualiserar en mängd frågor; en pluralism av möjliga tolkningar.



Figur 3. Lärandets två aspekter: alternativa kontextualiseringar urskiljs (horisontell pluralism) inom vilka relationer mellan begrepp på olika nivåer tydliggörs (vertikal elaborering) (Hallden & Wistedt, 1998 s.13).

I ovanstående modell illustreras olika kontexter av de parallella rektanglarna. Dessa existerar sida vid sida och skapar en *horisontell pluralism* (Halldén & Wisedt, 1998) av tolkningar, eller kontextualiseringar av uppgiften. För att dessa olika kontexter ska bli tydliga krävs *vertikal elaborering*. Det innebär att de olika nivåerna, meta, begreppslig och praktisk nivå, tydliggörs och relateras till varandra. När studenterna i samtal med handledaren diskuterar "objektivitet" och

"risken *för/vid* olyckor" krävs elaborering av begreppen genom att de olika nivåerna relateras för att studenterna ska upptäcka och förstå att de samtalar utifrån skilda kontexter där begreppen ges olika innebörd.

Vertikal elaborering

Elaborering inom en kontext för att identifiera olika begreppsliga nivåer, kräver inte att samtalet rör sig mellan olika kontexter. Men en mångfald av kontexter som prövas vid tolkning av en uppgift kan ge möjligheter att urskilja relevanta tolkningar. Exempel på en sådan elaborering genom tydliggörande av olika kontexter ger Wistedt & Martinsson (1994) i en studie av hur fyra grupper av elever på mellanstadiet löser en matematisk uppgift. I uppgiften beskrivs hur en pojke, Calle, ska göra tre bokstöd av en träbit och frågan är hur stor del av träbiten som går åt till varje bokstöd. På en bild under texten finns en illustration som föreställer tre bokstöd. I en av grupperna föreslår en elev, Maria, att man kunde jämföra träbiten med 100 äpplen och kommer fram till att var och en av de tre eleverna i gruppen skulle få 33 äpplen och $\frac{1}{3}$ äpple. Hon möts av motargumentet att det inte kan bli en exakt delning; "*nån får en kärna mer*". Maria påpekar då att $33 \frac{1}{3}$ är uttryck för $\frac{1}{3}$ i procent, som är exakt. Genom att elaborera inom en praktisk kontext och dela äpplen samt pröva uppgiften inom en matematisk kontext når Maria och gruppen ett svar som gör att de kan hantera uppgiften matematiskt. När den praktiska kontexten prövas och tydliggörs upptäcker och förstår eleverna att den inte är en relevant kontext inom vilken uppgiften kan lösas. Detta står klart när den praktiska kontexten urskiljs och den matematiska metanivån framträder.

Metanivåns betydelse

För studenter och handledare i denna studie är olika kontexters metanivåer inte tydliga. Studenterna kontextualiserar uppgiften inom ramen för en samhällspolitisk kontext som omfattar en rad olika aspekter samt inom en vetenskaplig kontext. Ett kännetecken för miljöproblem, dess orsaker och lösningar, är att de kan ses från olika perspektiv och ges olika innebörd beroende på kontext.

Ett tydliggörande av förutsättningarna för de skilda kontextualiseringarna skulle kunna förbättra möjligheterna att diskutera vetenskapens metoder och möjligheter att forska kring kärnkraften utifrån ett vetenskapligt perspektiv samt skapa en medvetenhet om komplexiteten kring kärnkraften då den inbegriper känslor, samhällsdebatt, ekonomi och etik.

Exempel på samma slags problematik som rör metanivåns betydelse beskriver Halldén (1990) i en studie om en grupp gymnasister och deras förståelse av hur egenskaper ärvs och förändras över tid. Under en period på sju veckor studerades genetik mot bakgrund av evolutionen och hur arter utvecklas. Vad som kom att bli ett problem för studenterna var inte genetiken och hur gener ärvs utan vad detta betyder för hur egenskaper ärvs, dvs. sambandet mellan genotyp och fenotyp. Inom biologi rör fenotyp egenskaper som kommer till uttryck hos en människa eller organism, medan genotyp rör gener och DNA-molekyler. Studenternas problem med uppgiften rörde därmed en meta-teoretisk nivå; de lyckades inte hantera problemet inom de ramar och den kontext där det hör hemma. Vad studenterna stötte på som ett problem var antagandet om fysikalisk reduktionism, ett problem som de inte var kunniga om.

Ytterligare ett exempel på metanivåns betydelse ger Wistedt et al (1997) i en studie om induktion i ämnet matematik. Två grupper av studenter inom ramen för två utvecklingsprojekt på Göteborgs och Stockholms universitet (se Wistedt, 1996a s.13-31) tilldelades en uppgift om "defekta schackbräden och induktion". Studenterna hade till uppgift att utifrån en illustration föreställande en "defekt" schackbräda med 8 x 8 rutor, där en ruta var övermålad, använda L-formade delar för att täcka hela schackbrädan. Syftet med uppgiften var att via induktion bevisa att alla schackbräden, $2^n \times 2^n$, där $n \neq 1$ går att täcka oavsett var den övermålade rutan är.

I de samtal som studenterna förde kring matematikuppgiften stod det klart att de inte var medvetna om förutsättningarna som gäller för induktion som bevismetod. Studenterna försökte istället lösa uppgiften genom att rita ett antal schackbräden där rutorna täcktes av L-formade delar och utifrån dessa dra en generell slutsats; en slags empirisk induktion. "Without understanding the logical foundations of mathematical induction the students are at loss when trying to grasp the point of method of proof. The problems that face the students thus seem to rest on a meta-theoretical level." (a.a s. 21).

De båda kontexterna som aktualiseras av studenter och handledare i denna studie utgör också ett slags motsatsförhållande i beroendeställning. von Wright påtalar samhällets värderingar och dess påverkan på forskningen men också vice versa. Den mekanistiska syn som utvecklades inom vetenskapen möjliggjorde teknisk utveckling och utnyttjandet av naturtillgångar. Under 1900-talets senare del har de negativa konsekvenserna av denna utveckling upptäckts. Eftersom relationen mellan samhälle och forskning tas upp i samtalen av både studenter, lärare och handledare, men framstår som mest problematisk för studenterna skulle även dessa frågor vara värda att lyfta fram. Vidare har ledningen för utbildningen i en informationsbroschyr till de blivande studenterna berört detta förhållande. Orden lyder: Vill du...

planera	framtidens
samhälle?	
	sätta in naturvetenskapen i
ett större sammanhang?	
	studera intressanta
frågeställningar?	

Detta är vad studenterna gör när de söker lösa uppgiften; de planerar för framtidens samhälle, de sätter in naturvetenskapen i ett samhällsperspektiv och studerar för dem intressanta frågeställningar. Vad den här studien visar är, att för att kunna göra detta på ett systematiskt sätt krävs ett tydliggörande av de metateoretiska förutsättningarna för sådana diskussioner.

I grund- och gymnasieskolan samt på universitet ökar undervisningen i miljö och nya utbildningar startar. I direktiv från regering och riksdag samt FN påtalas vikten av tvärvetenskap inom miljöundervisning. Resultatet av studenternas tolkningar i denna studie bör kunna diskuteras utifrån önskemål om tvärvetenskaplig eller miljöintegrerad undervisning, dess möjligheter och svårigheter. Behovet av att lyfta och klargöra ett ämne eller en disciplin på meta, begreppslig och praktisk nivå, genom vertikal elaborering, blir angeläget.

Referenser

- Agenda 21 (1993). Förenta nationernas konferens om miljö och utveckling, Unced-biblioteket, volym II. Miljö- och naturresursdepartementet, Stockholm.
- Ahrne, G. (1981). *Struktur och vardagsverklighet*. Göteborg: Korpen.
- Axelsson, H. (1997). *Våga lära. Om lärare som förändrar sin miljöundervisning*. Doktorsavhandling, Institutionen för pedagogik, Göteborgs universitet.
- Bennulf, M., Carle, J., Selin, H. (1996). Ungdomar som miljökampar. I G. Jarlbro (red), *Ungdomars opinioner*. SOM-rapport nr 15. Göteborgs universitet.
- Ballantyne, R & Packer, J. (1996). Teaching and learning in Environmental Education: Developing Environmental Conceptions. *The Journal of Environmental Education*, **27**, 25-32.
- Carle, J & Sjöstrand, P. (1993). *Ung och grön? Ungdomars miljöintresse och engagemang*. Stockholm: Statens ungdomsråd (SUR).
- Gerber, R. (1996). Interpretive Approaches to Geographical and Environmental Education Research. I M. Williams (Eds.), *Understanding Geographical and Environmental Education. The Role of Research* (s 12-25). Wiltshire: Redwood books.
- Halldén, O. (1982). *Elevernas tolkning av skoluppgiften. En beskrivning av elevers förhållningssätt till lärares frågor*. Stockholms universitet: Pedagogiska institutionen.
- Halldén, O. (1988). Alternative frameworks and the concept of task. Cognitive constraints in pupils' interpretations of teachers' assignments. *Scandinavian Journal of Educational Research*, **32**, 123-140.
- Halldén, o. (1990). Questions asked in common sense contexts and in scientific contexts. In P.L. Lijnse, P. Licht, W. de Vos & A.J. Waarlo (eds), *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles*, 119-130. Utrecht: CD-B Press.
- Halldén, O. (1994). Personalization in historical descriptions and explanations. *Learning and Instruction*, **8**, 131-140.
- Halldén, O. (in press). Conceptual Change and Contextualization. In Schnotz, W., Vosniadou, S., & Carretero, M. (Eds.), *Conceptual change*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Halldén, O. & Wistedt, I. (1998). *Socialisation och lärande. Kulturation i ett intentionellt perspektiv*. Stockholms universitet: Pedagogiska institutionen.
- Lundholm, C. (1994). *Jag älskar regnskogen. En studie om sex ungdomars perspektiv på miljöproblem*. C-uppsats, Pedagogiska institutionen, Stockholms universitet.
- Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, Lpo 94.
- Läroplan för de frivilliga skolformerna, Lpf 94.
- Munson, B. (1994). Ecological Misconceptions. *Journal of Environmental Education*, **25**, 30-34.
- Norrby, L.J. (1982). *Kemiämnenas pedagogik: Kunskaper och begreppsbyggnad vid kemistudiernas början*. PU-rapport 1982:2. Stockholms universitet.
- Regeringens proposition (1997/98:1).

- Regeringens skrivelse (1996/97:13). *Ekologisk hållbarhet*.
- Robertson, A. (1994). Toward Constructivist Research in Environmental Education. *Journal of Environmental Education*, **25**, 21- 31.
- Sjöstrand, W. (1969). *Pedagogiska grundproblem i historisk belysning*. Lund: Bröderna Ekstrand.
- Skolverket (1994). *Överenskommet! Fyra internationella överenskommelser som ligger til grund för de nya läroplanerna*.
- Skolverket (1994). *Det samlade stödet för miljöundervisningen - en utvärdering*. Skolverkets rapport nr 113.
- SOU (1996:108) *Konsumenterna och miljön*.
- Säljö, R. (1991). Learning and Mediation: Fitting Reality into a Table. *Learning and Instruction*, **1**, 261-272.
- Säljö, R. & Wyndhamn, J. (1988). *Cognitive Operations and Educational Framing of Tasks. School as a Context for Arithmetic Thought*. Linköpings universitet
- Säljö, R. & Wyndhamn, J. (1990) Problem-Solving, Academic Performance, and Situated Reasoning. A Study of Joint Cognitive Activity in the Formal Setting. *British Journal of Education and Psychology*, **60**, 245-254.
- Wistedt, I. (1987). *Rum för lärande*. Stockholms universitet, Pedagogiska institutionen.
- Wistedt, I. (1993). Elevers svårigheter att formulera matematiska problem. *Nordisk matematikdidaktik*, **1**, 40-54.
- Wistedt, I. (1996a). *Gender-inclusive higher education in mathematics, physics, and technology. Five Swedish development projects*. Stockholm: Högskoleverket.
- Wistedt, I. (1996b). *Utvärdering av det första året på programmet Naturvetenskaplig problemlösning*. Stockholms universitet: Pedagogiska institutionen.
- Wistedt, I., (in press). Assessing student learning in gender inclusive tertiary mathematics and physics education. *Evaluation and Program Planning* (Special issue on New assessment methods in mathematics and science: Comparing and contrasting styles and outcomes, edited by L. Burton).
- Wistedt, I., Brattström, G. & Martinsson, M. (1997). *Ways of knowing mathematics in gender inclusive tertiary education. An intentional approach to students' understanding of mathematical induction*. Paper presented at the 7th EARLI-conference, Athens, Greece, Aug. 26-30, 1997.
- Wistedt, I. & Martinsson, M. (1994). *Kvaliteter i elevers tänkande över en oändlig decimalutveckling*. Stockholms universitet: Pedagogiska institutionen.
- von Wright, G. H. (1971). *Explanation and understanding*. New York: Cornell University Press.
- von Wright, G.H. (1978). *Humanismen som livshållning*. Stockholm: Rabén & Sjögren.

von Wright, G.H. (1986). *Vetenskapen och förnuftet - ett försök till orientering*. Stockholm:
Bonniers.

von Wright, G.H. (1993). *Myten om framsteget*. Stockholm: Bonniers.
