



EXAMENSARBETE INOM TEKNIK OCH LÄRANDE,
AVANCERAD NIVÅ, 30 HP
STOCKHOLM, SVERIGE 2019

Utveckling av kursmoment för kemiundervisning

En undersökning av gymnasieelevers kunskapsutveckling i samband med lärandeaktiviteter rörande kemisk analys och hållbar utveckling

Evelina Svedin

Development of course components for chemistry education

A research on knowledge development of high school students during learning activities concerning chemical analysis and sustainable development

Evelina Svedin

**EXAMENSARBETE INOM TEKNIK OCH LÄRANDE PÅ
PROGRAMMET CIVILINGENJÖR OCH LÄRARE**

Handledare: Åsa Emmer, CBH, KTH

Handledare: Helena Lennholm, ITM, KTH

Examinator: Kristina Andersson, ITM, KTH

Sammanfattning

I denna undersökning studerades en grupp gymnasieelevers *kunskapsutveckling* i samband med ett kursmoment, bestående av fyra olika delmoment, som konstruerades som en del av denna undersökning. Eleverna som deltog i undersökningen går för tillfället i årkurs 1 på *Naturvetenskapsprogrammet* och den kurs som eleverna läste och som kursmomentet genomfördes i var *Kemi 1*. Kursmomentet genomfördes med målsättning att utöka elevernas kunskaper inom utvalda ämnesområden från ämnesplanen i kemi, men också med syfte att skapa förutsättning för eleverna att utveckla *Scientific Literacy* samt stärka sin förmåga att kunna diskutera och att ta ställning i olika samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll. Detta undersökes genom att dels låta eleverna besvara en enkät där de själva fick ta ställning till sin egen kunskapsutveckling efter att de hade deltagit i kursmomentet, men även genom att granska deras kunskaper i samband med rättningen av den hemuppgift som eleverna utförde som sista del av momentet. I uppgiften efterfrågades att eleverna dels skulle beskriva olika kemiska analystekniker, men också att redogöra för potentiella lösningar till olika miljöproblem utifrån principer för hållbar utveckling. De slutsatser som kunde dras utifrån undersökningen var att kursmomentet hade gett förutsättningar för eleverna att stärka sina kunskaper och förmågor inom de efterfrågade ämnesområdena. Dock framkom också att viss bearbetning av de olika delarna av momentet behöver genomföras för att ytterligare stärka korrelationen mellan utförandet av kursmoment och de mål som det var avsett att uppnå. Både under och efter genomförande av kursmomentet analyserades även den didaktiska process som ägt rum i samband med arbetet. Utifrån detta kunde slutsatser presenteras angående hur man som kemilärare kan resonera kring organisering av arbete och planering av tidsåtgång, om man önskar utforma ett liknande kursmoment eller vill använda det som ligger till grund för detta arbete.

Nyckelord: Undervisningsmoment, Scientific Literacy, "SNI" (Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll), hållbar utveckling, kemisk analys, didaktisk modell, diskurstillämpning.

Abstract

In this research, the knowledge development of a group of high school students during a course component was studied. The course component, which consisted of four separate parts, was developed for this investigation. The students who participated in the investigation are all in year one in high school, and study at the Science programme. The course component was included in their chemistry course. The course component was developed to increase the students' knowledge within selected topics from the curriculum, however, also to offer the postulation to develop Scientific Literacy, as well as to increase their ability to discuss societal issues while including a scientific perspective. To be able to carry out the investigation, two different data selections were accomplished. One where the students responded to a survey, where they had to reflect upon their own knowledge development, and another, where their subject knowledge was examined during the assessment of an assignment that they had to carry out as the last part of the course component. The instructions for the assignment was to first describe different analytical tools used in chemistry, and secondly, to narrate different solutions on how to deal with environmental issues, using a perspective of sustainable development. The conclusion drawn from this research is that the course component provided the students the opportunity to increase their knowledge and their strengthen abilities within the requested subject areas. However, it also emerged from the study that, if the different parts om the course component were to be adjusted, the result might have been more successful and the correlation between the course component and the main purposes for it to be carried out might had been stronger. The didactical process that has been carried out during this work has also been analysed. Hence, suggestions about how to reflect upon time requirements and work organisation if one, as a teacher, wishes to either implement this course component in their own tutoring, or do something similar, is presented in the end of this report.

Keywords: Course components, Scientific Literacy, "SSI" (Socio-scientific issues), sustainable development, chemical analysis, didactical model, application of discourse.

Förord

I samband med att detta examensarbete, och därmed denna rapport, nu har färdigställts finns ett antal personer jag önskar rikta ett särskilt tack till. Dels vill jag tacka mina handledare, Åsa Emmer och Helena Lennholm, för den inspiration och det stöd som de har erbjudit mig. Deras ämneskunskaper har varit enormt viktiga för mig att få ta del av under denna arbetsprocess. Jag vill också tacka Saara Mikkonen, postdoktor vid KTH, för hennes närvaro och handledning vid den laboration som utfördes på KTH:s kurslabb i samband med undersökningen. Ett sista stort tack vill jag även rikta till mina klasskamrater och nära vänner Lisa Karlsson och Sofie Skärberg. Dels för deras medverkan under kursmomentet, men även för deras ovärderliga tålamod i att förse mig med den feedback och det stöd jag behövde för att kunna avsluta mitt arbete.

Innehåll

1.	Bakgrund	9
1.1	Om mitt examensarbete.....	9
1.2	Scientific Literacy	10
1.3	Naturvetenskaplig undervisning med ett samhälls-perspektiv.....	11
1.4	Hållbar utveckling och skolan	13
1.5	Kursmomentens koppling till ämnesplanen.....	13
2.	Syfte och frågeställningar	14
2.1	Syftet med kursmomentet och undersökningen	14
2.2	Frågeställningar att besvara utifrån undersökningen	15
3.	Teori	15
3.1	Didaktiska modeller	15
3.2	Ramverk för diskurstillämpning	17
3.3	Kemiska analystekniker	18
4.	Metod	22
4.1	Urval.....	22
4.2	Arbetsprocessen	23
4.3	Utformning av ”Kemisk analys och hållbar utveckling”	24
4.4	Datainsamling	28
4.5	Analysmetod.....	29
4.6	Etiska principer	29
5.	Resultat och analys	30
5.1	Datasammanställning och analys	30
6.	Diskussion	36
6.1	Diskussion utifrån den första frågeställningen	36
6.2	Diskussion utifrån den andra frågeställningen	39
6.3	Diskussion utifrån den tredje frågeställningen	41
7.	Slutsatser	43
8.	Referenser.....	44
9.	Bilagor.....	46

1. Bakgrund

1.1 Om mitt examensarbete

Detta examensarbete är den sista rapport jag skriver under min utbildning till civilingenjör och lärare (300 hp) vid Kungliga Tekniska Högskolan. Rapporten med medföljande arbete utgör 30 högskolepoäng och är utformat för att behandla båda områdena teknik och lärande. Min ambition för mitt examensarbete var att utforma ett kursmoment för gymnasiet i kurs Kemi 1. Momentet, som jag har valt att kalla "*Kemisk analys och hållbar utveckling*", är tänkt att erbjuda en möjlighet för eleverna att genom att arbeta med kemisk analys upptäcka kemins koppling till några av de miljöproblem som uppstått på vår jord, till följd av antropogena aktiviteter. För att ge eleverna en uppfattning om hur miljöproblem kan bearbetas, exempelvis på politisk nivå, är kursmomentet upplagt för att introducera principer för hållbar utveckling. Valet att kombinera analytisk kemi med undervisning om hållbar utveckling, utöver att det ingår som centralt innehåll för kursen, är att de båda områdena intresserar mig. Därtill ville jag att kursmomentet skulle ha en tydlig samhällsnära anknytning, och beröra den pågående miljödebatten. För att rapporten och arbetet ska behandla båda mina examensområden, har jag valt att låta den tekniska delen utgöras av att utforma en laboration i kemisk analys. Lärandedelen behandlas genom att, efter att ha genomgått kursmomentets alla delar, undersöka huruvida elevernas kunskaper stärkts i enlighet med målen för momentet.

Kursmomentet delades upp i följande delmoment:

- En introducerande föreläsning om miljöproblem och principer för hållbar utveckling
- Ett laborationsmoment uppdelat i tre olika dellaborationer
- Ett redovisningsmoment
- En hemuppgift

I denna rapport avser jag att, utifrån olika didaktiska modeller samt ramverk för undervisning och diskurser, ange min ambition för att inkludera och utforma de olika delarna i kursmomentet på det sätt jag har gjort. Momentet följdes upp av en enkät för datainsamling, som finns mer detaljerat beskriven under metod-delen för rapporten. Även de omdömen som eleverna fick på sina hemuppgifter ingick i datainsamlingen. I teoriavsnittet presenteras de lärandeteorier och ramverk som ligger till grund för hur kursmomentet utformats i helhet. Där finns även beskrivningar av de olika kemiska analysteknikerna som användes under laborationsmomentet. Som bakgrund för mitt arbete har jag utgått från begreppet *Scientific Literacy*, teorier om att utforma naturvetenskaplig undervisning med anknytning till olika samhällsfrågor, samt angett översiktliga principer för *hållbar utveckling*. Jag har också beskrivit vad dessa förväntas spela för roll i undervisningen på gymnasieskolan. Jag har även i bakgrunden för rapporten valt att ange de delar ur ämnesplanen för gymnasiekurs Kemi 1 som är centrala för kursmomentet. Rapporten innehåller även en grundläggande beskrivning för respektive kemisk analysteknik som användes, där jag medvetet valt att presentera principerna för dessa utifrån den nivå jag anser relevant för den målgrupp som undervisas. Rapporten avslutas med att jag resonerar kring rapportens frågeställningar utifrån den data jag erhållit, och problematiserar dessa resultat.

1.2 Scientific Literacy

I mitt arbete och denna rapport har jag använt mig av teorier om *Scientific Literacy* (förkortat "SL") som stöd för att avgöra vilka typer av kunskaper som är relevanta för kemiundervisningen samt vilka kunskaper som kursmomentet ska främja. Jag har också undersökt om de elever som har deltagit i min undersökning utvecklat dessa kunskaper. Nedan följer en förklaring av begreppet samt dess koppling till ämnesplanen och undervisning:

DeBoer (2000) anger hur begreppet "*Scientific Literacy*", förekom för första gången i litteraturen i en amerikansk rapport utgiven av Rockefeller Brothers Fund i slutet av 1950-talet. Begreppet användes för att beskriva den naturvetenskapliga allmänbildning som ansågs eftersträvarvärd och relevant i ett samhälle som präglades av just naturvetenskap och teknik. Dessa kunskaper ansågs vid tillfället saknas hos många medborgare. Vid denna tid fick också forskning om naturvetenskaplig ämnesdidaktik större spridning i USA och runtom i Europa (DeBoer, 2000). SL har på svenska ibland kallats "naturvetenskaplig litteracitet". Även översättningar som "naturvetenskaplig medborgarutbildning" eller "naturvetenskaplig allmänbildning" förekommer. I och med den oenighet som råder kring vad som är den korrekta översättningen av "Scientific Literacy" till svenska är, kommer det engelska begreppet användas i denna rapport, då det även är mer vedertaget inom litteraturen.

Begreppet har sedan dess uppkomst debatterats kraftig och många har tagit sig an uppgiften att så väl definiera som att försvara eller förkasta dess betydelse för både samhällsutvecklingen och undervisningsreformer i skolan (DeBoer, 2000). En som gjorde ett försök att definiera SL utifrån *individ-, samhälls- och kulturell nivå* redan under mitten på 1970-talet var Benjamin Shen (1975), som kategoriserade innebörden av SL utifrån tre perspektiv: *praktiskt, medborgerligt/civilt* samt *kulturellt perspektiv*. Enligt Shen (1975) kan praktisk SL betraktas som att erhålla naturvetenskapliga kunskaper som kan vara nyttiga i vardagen, exempelvis gällande kost och hälsa. Ur ett samhällsligt perspektiv betraktas SL som att ha tillräcklig kunskap för att kunna delta i samhällsdebatten och diskutera frågor med naturvetenskaplig koppling, exempelvis miljö- och energifrågor. Den kulturella aspekten handlar om att belysa naturvetenskapens roll i vår gemensamma kultur och historia (Shen, 1975).

En annan mer modern och undervisningsrelaterad formulering av SL gjordes av D. A. Roberts. Roberts (2007) angav två så kallade visioner (Vision I & II) för SL och naturvetenskaplig undervisning. Utifrån Vision I menar han att undervisningen ska organiseras utifrån ämnets typiska karaktär. Nödvändigheten att inkludera detta hänvisar han till omöjligheten i att erhålla SL utan att behärska ämnesspecifika begrepp, definitioner, arbetsmetoder och teorier som kan räknas som grundläggande ämnesinnehåll. Vision II innebär istället att undervisningen tar avstamp i naturvetenskapens roll i samhället, i förhållande till olika samhällsfrågor (Roberts, 2007). Vision I kan betraktas som den typ av kunskapsinnehåll som sedan länge präglat läroböcker, ämnesplaner och examinationer inom naturvetenskapliga ämnena. Vision II kan istället betraktas som den del av SL-innehållet som kopplar till exempelvis de tre perspektiven som Shen formulerade år 1975. Dessa visioner, menar Roberts (2007), bör användas som två tätt sammanflätade tumregler för undervisningsutformning, som kompletterar varandra.

I likhet med Roberts anger Lundqvist et al. (2013) SL som uppdelat i två delar eller mål, som liknar Vision I & II. Den första delen innebär att introducera eleverna till "den naturvetenskapliga disciplinens basala kunskaper och färdigheter". Den andra delen handlar

istället om att just utbilda för att möjliggöra ett "aktivt medborgarskap". Eleverna förväntas att i skolan få lära sig hur de kan använda naturvetenskaplig kunskap och färdigheter till att, exempelvis, ta ställning i samhällsfrågor eller på annat sätt implementera sina kunskaper i det vardagliga livet. Som tidigare nämnts existerar ingen exakt definition av vad SL innebär, utan denna varierar inom litteraturen. I denna rapport har jag använt PISA:s (u.d.) definition, som kan översättas till följande:

"(...) förmågan att förstå sig på naturvetenskapens karaktär och dess betydelse för vår moderna värld, att kunna använda naturvetenskap, identifiera problem, beskriva naturvetenskapliga fenomen, dra evidensbaserade slutsatser och viljan att reflektera kring och engagera sig i naturvetenskapliga idéer och ämnen. En aspekt är att elever ska förstå innebörden av naturvetenskap och teknologi i sitt dagliga liv. De ska, utifrån ett vetenskapligt förhållningssätt, kunna fastställa naturvetenskapligt baserade data och information för att kunna fatta evidensbaserade beslut" (PISA, u.d.).

Att eleverna ska uppnå just SL kan, utifrån ett undervisningsperspektiv, betraktas som ett mål eller syfte för den naturvetenskapliga undervisningen. Att implementera SL i undervisningen har beskrivits ha sitt ursprung i idén om att skolan ska utbilda människor i enlighet med samhällets utveckling (Lundqvist, et al., 2013). Vårt samhälle genomgår snabba förändringar, vilket kan anses göra det svårare att kartlägga vad som bör anses som relevanta kunskaper att inkludera i skolundervisning. Exempelvis förväntas samhällsvetenskapliga frågor av komplex karaktär, som kräver mångdimensionell analys och sällan erhåller något "rätt svar", nuförtiden ges större utrymme inom de naturvetenskapliga ämnena (Lundqvist, et al., 2013). Av detta syns spår i ämnesplanen, där exempelvis kemiundervisningen "ska bidra till att eleverna, från en naturvetenskaplig utgångspunkt, kan delta i samhällsdebatten och diskutera etiska frågor och ställningstaganden" (Skolverket, u.d.). Om man betraktar ämnesplanen utifrån just ett SL-perspektiv och Roberts visioner kan dessa kunskaper anses passa in på beskrivningen för Vision II-undervisning. Därtill ska undervisningen innehålla en stor del grundläggande teorier och begrepp som är specifika för ämnet (Skolverket, u.d.), vilket går att koppla till Vision I-undervisning.

I denna undersökning anses de mål för kursmomentet som berör "Analytisk kemi", "Materia och kemisk bindning" samt "Reaktioner och förändringar" ingå i Vision I-innehåll, medan de målen som berör "Kemins karaktär och arbetssätt" ingå i Vision II-innehåll (se "1.5 Kursmomentets koppling...").

1.3 Naturvetenskaplig undervisning med ett samhällsperspektiv

I boken *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet* (Ekborg, et al., 2017) redogör författarna kring riktlinjer för att utforma undervisning utifrån så kallade SNI-fall, där "SNI" står för "Samhällsfrågor med Naturvetenskapligt innehåll". Begreppet är översatt från det engelskans begrepp "socio-scientific issues" (förkortat "SSI"). Istället för att låta skolkunskaper illustreras med exempel från vardag och verklighet, är idén med SNI att naturvetenskapliga kunskaper kan utvecklas i samband med att man arbetar med ett, för eleverna och läraren, aktuellt och "vardagligt" ämne. Exempelvis låter man undervisningen utgå från något som för tillfället får mycket utrymme i media eller i så väl globala som lokala nyheter. SNI-frågor ska vara autentiska och utgå från verkliga händelser eller situationer. De ska också vara frågor av naturvetenskaplig "bas", men som går att koppla till samhället.

Genom att tillämpa denna typ av undervisning finns en ambition att eleverna ska träna sig på att ta ställning i olika samhällsfrågor. Författarna beskriver också de fördelar som de anser uppstår för eleverna genom att undervisningen utgår från denna typ av frågor. Att förflytta undervisningen från klassrummet till en annan miljö är lämpligt i samband med SNI-undervisning, exempelvis att utföra ett studiebesök, kan gynna elevernas inläring, då de i samband med detta kan skaffa sig erfarenheter som underlättar för dem att få förståelse för innehållet i undervisningen. SNI kan också anses skapa förutsättningar för att få eleverna att känna sig delaktiga i undervisningen, och att det kan ge upphov till att de upplever en gemenskap över att få engagera sig i något som berör och "ägs" av dem själva. Författarna hävdar också att studier påvisar att elever som undervisas utifrån SNI lärde sig mer än de som undervisades "traditionellt" (Ekborg, et al., 2017). Fördelarna med SNI kan anses grunda sig i ett etiskt perspektiv att skolan ska rusta eleverna med kunskaper de kan tänkas behöva för att leva i ett modernt samhälle. Eleverna kan gynnas och stimuleras av att uppleva hur naturvetenskap, teknik och samhälle är sammanlänkade, trots att ämnena undervisas separat i skolans värld. Den typen av insikt kan komma att göra ungdomar till "bättre" framtida beslutsfattare, då deras analyser och värderingar kan tänkas bli mångdimensionella. Författarna hävdar också att kunskaper som upplevs som personligt meningsfulla tenderar att öka både engagemang och förståelse hos eleverna (Ekborg, et al., 2017).

För att konstruera sin undervisning utifrån principer inom SNI finns ett antal riktlinjer man bör ha i åtanke. Ett SNI-fall ska alltid utgå från en tydlig utgångspunkt, en presentation av fallet, som eleverna är bekanta med och kan uppleva som motiverande att engagera sig i. Ämnet ska, som tidigare nämnts, ha naturvetenskaplig grund, men vara relaterat till andra skolämnen, som exempelvis samhällskunskap. SNI-undervisning ska vara baserad på frågor som generellt inte har endast "ett rätt svar". Istället ska eleverna träna på att argumentera utifrån olika perspektiv kring vad de anser om ett visst fall. SNI-undervisning innehåller därmed ofta någon typ av intressekonflikt. Det betonas också att det är viktigt att eleverna känner till både formatet för och vad som är målet med undervisningen. Eleverna måste också känna till när och hur de bedöms för sin insats eller sitt arbete (Ekborg, et al., 2017). Vidare beskriver författarna hur de anser att skolans styrdokument anger att just ämnesinnehåll i linje med SNI ska ingå i undervisningen (Ekborg, et al., 2017).

Min utgångspunkt för detta arbete är att de traditionella undervisningsböckerna som används i svensk kemiundervisning uppvisar viss brist på denna typ av fall och frågor som utgår från SNI, trots att det efterfrågas i styrdokumentet. Jag anser därmed att man som lärare har ett ansvar att se till att denna typ av undervisning också får utrymme, även om den kursbok man använder inte förespråkar det. Hur olika lärare förhåller sig till de kursböcker de använder kan tänkas variera stort. Erbjuds inte eleverna SNI-baserad undervisning genom kontinuerligt arbete med kursboken, kan man som lärare planera ett kompletterande kursmoment utifrån principer för SNI för att arbeta i enlighet med vad styrdokumentet säger.

De delar av kursmomentet som jag anser representera SNI-innehåll är när eleverna ombads formulera, problematisera samt argumentera för lösningar på diverse lokalt och globalt utbredda miljöproblem utifrån ett hållbarhetsperspektiv i hemuppgiften (se "*Bilaga nr. 6*").

1.4 Hållbar utveckling och skolan

Begreppet *"hållbar utveckling"* är etablerat utifrån etiska principer gällande alla människors lika värde och rättigheter i relation till vårt beroende av planetens naturresurser. Begreppet är mångdimensionellt och berör aspekter med koppling till bevarande av naturresurser så väl som social rättvisa och ekonomisk tillväxt. Hållbar utveckling kan som koncept beskrivas vara ett ramverk för hur utveckling ska kunna ske långsiktig, utan att jordens resurser utarmas eller att olika arters och ekosystems förutsättningar för att kunna existera äventyras. *Ekologisk hållbarhet* innefattar att hushålla med jordens resurser så att de räcker till för framtida generationer. Därtill ingår principer för *social hållbarhet*: att långsiktigt främja mänskliga rättigheter för hela jordens befolkning. Att främja *ekonomisk hållbarhet* innebär att motverka fattigdom utan att låta detta påverka social eller ekologisk hållbarhet negativt. Hållbar utveckling sker alltså när alla dessa komponenter samverkar, utan att någon offras för att främja en annan (KTH Sustainability Office, 2019). Detta sammanfattades i *Brundtlandrapporten med följande citat*:

"En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov" (FN-förbundet, 2012).

I svenska skolans styrdokument från år 2011 framkommer att *"utbildningen generellt syftar till att utveckla kunskaper och förmågor som bidrar till en hållbar utveckling i ett globalt perspektiv"* (Lagergren & Ottoson, 2012). Skolverket har därtill formulerat att skolan har i uppdrag att *"främja elevers allsidiga personliga utveckling till aktiva, kreativa, kompetenta och ansvarskännande individer och medborgare, detta i samverkan med hemmen och samhället i övrigt"* (Lagergren & Ottoson, 2012). Detta kan sammanfattas som att eleverna förväntas utveckla så kallad *handlingskompetens* gällande frågor om klimat och hållbar utveckling. Handlingskompetens innebär att eleverna ska rustas för att kunna värdera och ta ställning till olika argument i diverse avancerade frågor som berör samhället, och att därtill kunna handla därefter (Lagergren & Ottoson, 2012). Detta kan anses representera liknande färdigheter som de som beskrivits tidigare, i samband med diskussionen om begreppet Scientific Literacy, och angående att utbilda för att möjliggöra för ett *"aktivt medborgarskap"*, om man låter koppla detta till just hållbarhetsfrågor. Jag har därmed dragit slutsatsen att även handlingskompetens skulle kunna främjas genom att implementera just SNI-frågor i undervisningen.

1.5 Kursmomentens koppling till ämnesplanen

På Skolverkets hemsida finns, för alla de ämnen och kurser som undervisas på gymnasiet, en kortare beskrivning av ämnet och dess syfte att inkluderas i skolundervisningen. Därefter beskrivs ett antal förmågor som undervisningen av ämnet har för syfte att utveckla. De förmågor som beskrivs i samband med kemiundervisning är exempelvis att eleverna ska utveckla *"kunskaper om kemins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas"* (Skolverket, u.d.). Ett annat exempel är att eleverna ska utveckla kunskaper om *"kemins betydelse för individ och samhälle"* (Skolverket, u.d.). Under *"Ämnets syfte"* beskrivs även vilket centralt innehåll som ska inkluderas i kemiundervisningen för att ge en mångdimensionell förståelse för ämnets *"roll"* och mening i samhället (Skolverket, u.d.). Min ambition var att, utifrån denna beskrivning, hitta flera ämnesområden som tillsammans i kombination kunde utvecklas till ett kursmoment.

När jag planerade kursmomentet hade jag för avsikt att momentet tydligt skulle representera delar av det *centrala innehållet* för den kursen det skulle ingå i. Detta för att oproblematiskt kunna implementera det i undervisningen. Kursmomentet har huvudsakligen utformats utifrån de två följande punkterna ur "Centralt innehåll" för kurs *Kemi 1* (Skolverket, u.d.):

Analytisk kemi

- Kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys, till exempel kromatografi och titrering.

Kemins karaktär och arbetssätt

- Ställningstagande i samhällsfrågor utifrån kemiska modeller, till exempel frågor om hållbar utveckling.

Kursmomentet var även avsett att beröra följande innehåll:

Reaktioner och förändringar

- Syrabasreaktioner, inklusive pH-begreppet.

Materia och kemisk bindning

- Kemisk bindning och dess inverkan på till exempel förekomst, egenskaper och användningsområden för organiska och oorganiska ämnen.

2. Syfte och frågeställningar

2.1 Syftet med kursmomentet och undersökningen

Att utforma och genomföra kursmomentet hade för syfte och mål att förse eleverna med en möjlighet att tillgodose sig en del av de kemikunskaper som efterfrågas av Skolverket. Därtill att skapa en möjlighet för eleverna att utveckla *Scientific Literacy* samt att, i arbetet med SNI-frågor, stärka sin förmåga att diskutera och att ta ställning i olika samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll. Syftet med själva undersökningen är att dessutom få en möjlighet att utvärdera kursmomentet, och därmed undersöka hur väl det korrelerar med dess mål. Detta för att sedan kunna dra slutsatser om det har hjälpt eleverna att tillgodose sig de färdigheter som anses relevanta för deras utbildning. Jag har även som mål att, efter att ha utfört kursmomentet och utvärderat dess utfall, redogöra för och problematisera den didaktiska processen som har skett i samband med att jag har arbetat med detta. Med didaktisk process syftar jag till alla de beslut som har fattats och tankar som har uppkommit under arbetets gång gällande faktorer som påverkat undervisningen, både i form av innehåll och hur den har organiserats.

2.2 Frågeställningar att besvara utifrån undersökningen

Följande anges de frågeställningar som jag hade som mål att kunna besvara efter utförd undersökning:

- I vilken utsträckning uppnådde kursmomentet de mål som finns angivna i det centrala innehållet och kunskapskraven för kurs Kemi 1?
- I vilken utsträckning kan man utifrån undersökningen hävda att eleverna, efter att ha deltagit i momentet, erhåller de färdigheter som Scientific Literacy förespråkar och som arbetet med SNI-frågor är tänkt att generera?
- Vilka slutsatser kan dras från den didaktiska process som har skett i samband med utvecklingen och genomförandet av detta kursmoment och som kan vara till nytta för kemilärare på gymnasiet?

3. Teori

3.1 Didaktiska modeller

Att tillämpa någon form av didaktisk modell som ramverk för att utforma undervisning kan hjälpa läraren att resonera angående de olika val som planeringen kan innebära, och förenkla komplexa beslutsprocesser. Modellerna kan vara stödjande både för att planera så väl som genomföra och utvärdera undervisningen. Att tillämpa en modell kan också vara effektiv för att undersöka hur väl vissa undervisningssekvenser motsvarar bestämda mål eller syften med undervisningen (Wickman, Hamza & Lundegård, 2018).

3.1.1 Bybee's 5 E-modell

Kognitionsvetenskapliga studier påvisar att lärande är en aktiv process, som tar avstamp i något bekant för personen i fråga och som sedan kan utvecklas till kunskap och förmågor genom att personen befinner sig i en meningsfull kontext. Således måste just ämnesplanerna främja denna typ av aktiviteter (Bybee, 2009). Min ambition var att utveckla kursmomentet i enlighet med Bybees så kallade "5 E-modell". Anledning till detta var att modellen enligt vissa studier påvisats effektiv (e.g., Açışlı, et al., 2011; Akar, 2005) och att jag fann den tydlig och relativt okomplicerad att förstå och tillämpa. Modellen är utformad för att instruera i hur skolan bör utbilda sina elever i naturvetenskap för att möta efterfrågad kompetens i ett modernt samhälle. Modellen applicerar även kognitionsvetenskaplig forskning på ämnesplaner. Amerikanska nationella vetenskapsrådet sammanfattade följande kognitiva förmågor som eftersträvnsvärda för den moderna naturvetenskapliga samhällsmedborgaren att erhålla och tillämpa i sitt arbete. Dessa kan översättas till följande:

Anpassningsbarhet, god kommunikativ/social förmåga, god problemlösningsförmåga, självständighet/självutvecklande samt helhets/systemförståelse (Bybee, 2009).

Modellen är uppdelad i olika faser, där varje fas har till uppgift förbättra elevernas förståelse för och färdigheter i ämnet samt öka deras motivation till ämnet. Modellen kan användas som hjälpmedel för inramning och organisering av undervisning. De fem *E:na* i modellen står för engelskans *engagement, exploration, explanation, elaboration* samt *evaluation* (Bybee, 2009). Dessa kan till svenska översättas till *engagemang, utforskning, förklaring, fördjupning* samt *utvärdering*. Kursmomentets olika delar har alltså anpassats till att beröra dessa faser och i sin tur forma dessa färdigheter hos eleverna. Vilken fas som anses kopplad till vilket delmoment framkommer senare i texten (se "4.3 Utformning av...").

Följande beskrivningar av dessa faser är sammanställda från Bybee's "The BSCS 5E Instructional Model and 21ST Century Skills" från år 2009:

- Engagemangsfasen är avsedd att engagera eleverna i en särskild uppgift eller ett moment, och ska relateras både till kunskaper eleverna redan besitter och vad de ska få lära sig framöver. Aktiviteter som ingår i denna fas är tänkta att skapa motivation hos eleverna för att intressera dem för kommande lärandeaktiviteter.
- Under den följande utforskningsfasen ingår generellt aktiviteter där eleverna får möta nya tekniker och procedurer. Målet med denna fas är att ingående aktiviteter ska skapa gemensamma referenspunkter och erfarenheter hos eleverna och deras lärare, som de sedan ska kunna relatera till och utgå från framöver i diskussionen. Läraren introducerar eleverna till något som de själva sedan får möjlighet att undersöka, interagera med och diskutera. Utifrån att ges möjligheten att kommunicera sina idéer får de lättare att bygga upp sin förståelse för uppgiften.
- Under den förklarande fasen är det viktigt att eleverna och läraren kommer överens om hur de kan beskriva och förklara sina erfarenheter från de tidigare faserna med ett gemensamt språk som alla förstår. Detta för att kunna skapa och utgå från samma grundläggande förklaringar innan de fördjupar sig i uppgiften. Lärarens roll är då att guida eleverna mot specifika aspekter från de tidigare faserna. Denna fas leds dessutom främst av läraren, då olika aspekter eller koncept förklaras på ett kortfattat, förenklat och tydligt sätt.
- Under fördjupningsfasen får eleverna möjlighet att bygga vidare på och utveckla sina förklaringar och förståelse för begrepp, processer eller färdigheter som de erhållit under de tidigare faserna. Detta med hjälp från varandra. Fasen inkluderar, med fördel, gruppdiskussioner och eller andra aktiviteter där eleverna interagerar och får möjlighet att utbyta kunskaper och ge varandra feedback. Denna fas kan också inkludera att låta eleverna använda sina nu etablerade kunskaper i ett nytt sammanhang.
- Under utvärderingsfasen är det viktigt att eleverna får feedback på hur pass adekvata deras uppfattningar och förklaringar är i förhållande till verkligheten, även om denna feedback kan vara mer eller mindre formell. Om läraren har för avsikt att göra en formell bedömning av elevernas arbete, kunskaper eller förmågor görs den bäst i samband med denna fas. Bybee (2009) beskriver just hur det är relevant både ut lärar- och elevsynpunkt att utfärda något slags test av elevernas kunskaper. Som lärare inom naturvetenskapliga ämnen måste man, av rent praktiska skäl, utvärdera vad ens undervisningsmoment får för utfall. Därtill är det viktigt att eleverna får möjlighet att visa och använda de färdigheter och kunskaper som de utvecklat.

3.2 Ramverk för diskurstillämpning

I rapporten *"Talking Science: Developing a discourse of inquiry"* av Hackling, Smith & Murcia (2010) presenteras ett ramverk rörande diskurstillämpning i undervisningen. I deras rapport har de matchat olika diskurser med just de olika faser som anges i Bybee's 5 E-modell, som de anser lämpliga för att ge eleverna möjlighet att utveckla förståelse inom naturvetenskaplig undervisning. Detta ramverk har använts som stöd under planering och utförande av delmomenten för att tillämpa lämplig typ av diskurs utifrån den fas som eleverna ansågs befinna sig i vid en viss del av kursmomentet. Att just detta ramverk valdes ut var utifrån att det var förhållandevis lätt att tillämpa i samband med att kursmomentet strukturerades utifrån Bybee-modellen, men också då författarna hävdar att, genom att ha denna typ av upplägg för den kommunikation som råder i klassrummet, så görs samtalen mer "produktiva". Jag ansåg också att det var bra för mig som oerfaren lärare att ha vissa riktlinjer att förhålla mig till gällande när det är lämpligt att själv prata, och när det viktigt att se till att eleverna får talutrymme, mer än endast när de "räcker upp handen", exempelvis.

Diskurserna anges som följande; *interaktiv/dialogisk*, *icke-interaktiv/dialogisk*, *interaktiv/auktoritativ* samt *icke-interaktiv/auktoritativ*. Vid interaktiv diskurs förs samtalet framåt av alla involverade parter, både lärare och elever, och därmed kan alla då påverka vilken riktning undervisningen kan ta. Vid icke-interaktiv diskurs är det en person, ofta läraren, som föreläser för resterande deltagare, och således styr undervisningen. Dialogisk och auktoritativ har, i sammanhanget, en annan betydelse, som istället definierar vad för typ av mål man har med samtalet/föreläsningen. Dialogisk innebär i detta fall att flera idéer, åsikter och/eller förklaringar ges utrymme i undervisningen. Auktoritativ innebär istället att undervisningen styrs mot ett enda specifikt mål och endast utifrån en förklaringsmodell (Hackling, et al., 2010). Diskurserna kan sammanfattas som följande:

Interaktiv/dialogisk - läraren och elever diskuterar gemensamt utifrån ett flertal olika förklaringar/synsätt, som alla ges likvärdigt utrymme i undervisningen.

Icke-interaktiv/dialogisk - läraren presenterar ett flertal olika förklaringar/synsätt i undervisningen.

Interaktiv/auktoritativ - läraren lotsar eleverna mot en specifik förklaring/ett synsätt genom att förse dem med "ledande" frågor, och på så vis engagerar dem i samtalet och undervisningen.

Icke-interaktiv/auktoritativ - läraren presenterar en specifik förklaring/ett synsätt som får utrymme i undervisningen.

Författarna anger hur den engagerande och den undersökande fasen, där man som lärare behöver få en uppfattning om elevernas erfarenheter och uppfattningar kring det ämne som ska beröras, bör utgå från en interaktiv/dialogisk diskurs. Den förklarande fasen, där elever och lärare sammanfattar de kunskaper som ska agera utgångspunkt för att kunna arbeta vidare med ämnet, bör inledningsvis utgå från en interaktiv/dialogisk diskurs, men att diskursen sen bör skifta till att bli mer interaktiv/auktoritativ och sedan övergå i en icke-interaktiv/auktoritativ. Detta så att läraren får tillfälle att sammanfatta elevernas formuleringar utifrån korrekta naturvetenskapliga begrepp och förklaringsmodeller i enlighet med ett naturvetenskapligt språk, då eleverna kan behöva stöd i detta. Likväl under den fördjupande och den utvärderande fasen anses det lämpligt att pendla mellan interaktiv/dialogisk och interaktiv/auktoritativ diskurs av samma anledning. Beroende på hur eleverna uttrycker sig kan läraren behöva hjälpa eleverna att formulera sig utifrån ett naturvetenskapligt språk (Hackling, et al., 2010). En tabell över hur kursmomentets alla delar är sammankopplade med faser och tillämpade diskurser hittas längre fram i rapporten (se *"Tabell 1"*).

3.3 Kemiska analystekniker

I följande avsnitt kommer grundläggande principer för hur de olika analysteknikerna som användes under laborationsmomentet fungerar att förklaras. Nedan beskrivs alltså den teori man som lärare bör känna till om de olika teknikerna inför utförande av kursmomentet, men även den teori som presenteras för eleverna under laborationsmomentet.

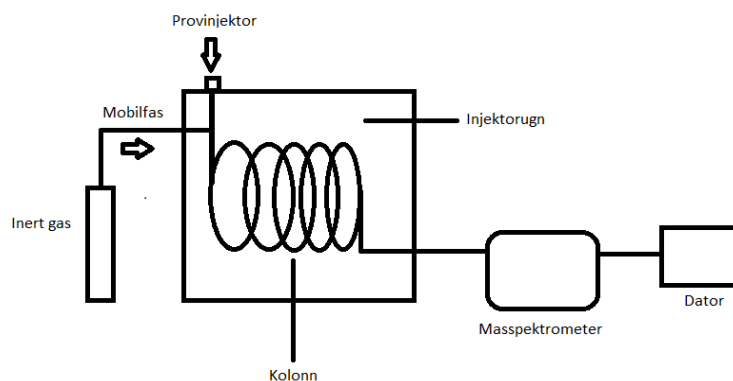
3.3.1 GC-MS

GC-MS är en förkortning för ”*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*”, översatt till gaskromatografi-masspektrometri. GC är en typ av kolonnkromatografi som kan användas för separation, identifiering samt kvantifiering av flyktiga analyter. Förenklat kan beskrivas att instrumentet består av en injektor, en ugn och en kolonn, samt att dessa är kopplade till någon typ av detektor. En provlösning, innehållande de aktuella analyterna, förs in i instrumentets injektor, där sedan de olika ämnena i provlösningen snabbt hettas upp och förångas. Därefter transporteras ämnena ut till början av kolonnen med hjälp av en mobilfas. Denna kallas ofta för bärgas och består av någon inert gas, vanligtvis helium, vätgas eller kvävgas (Harris, 2010). Sedan utförs antingen en temperaturprogrammerad eller en isothermal separation. Vid temperaturprogrammerad separation har kolonnen till en början lägre temperatur än den förångade analyten. Således kondenserar ämnen med hög kokpunkt, medan de med låg fortsätter genom kolonnen. Succesivt höjs temperaturen i kolonnen så att alla ämnen, beroende på hur hög kokpunkt de har, slutligen förångas och färdas genom kolonnen med hjälp av bärargasen. Även vid isothermal separation kondenseras först analyten, men därefter behålls samma kolonntemperatur under hela separationen, vilket också resulterar i att de högkokande ämnena kommer ut i kolonner efter en längre tid än de med låg kokpunkt (Harris, 2010).

I GC används kolonner som antingen är *packade*- eller så kallade *kapillärkolonner*. En packad kolonn är fylld med finfördelade partiklar som antingen kläs i en flytande stationärfas (kallat *GLC*), alternativt att partiklarna själva är den fasta stationärfasen (kallat *GSC*). Kolonnen är dock inte tätare packad än att analyterna ska kunna färdas igenom den. Vanligare att använda är dock kapillärkolonner, som förenklat kan beskrivas som ihåliga rör där istället ”väggen” på insidan av kolonnen är klädd i en stationär fas, som består av en tunn vätskefilm (även detta *GLC*). Det finns även olika typer av kapillärkolonner, där exempelvis stationärfasen är placerad direkt på kolonnens insida, alternativt, att kolonnens insida täcks av ett annat ämne som i sin tur kläs av den flytande stationärfasen. Vilken kapillärkolonn som används kan ha vissa för- eller nackdelar, exempelvis beroende på analyt. Detta är dock inget som kommer redogöras för i denna rapport. Utförs *GSC* sker separationen utifrån hur analyten adsorberar till stationärfasen, medan separationen i *GLC* sker utifrån hur analyten fördelar sig i stationärfasen respektive mobilfasen, utifrån principen ”lika löser lika” (Harris, 2010). Den stationära fasen är i sin tur antingen polär eller opolär. I en opolär kolonn kan både polära och opolära analyter adsorbera (*GSC*) eller fördela sig i (*GLC*) stationärfasen. Detta då den typen av bindningar som uppstår, *van der Waals-bindningar*, inte är beroende av polaritet, utan istället av molekylernas storlek och form, vilket också är den typ av egenskaper som påverkar ett ämnes kokpunkt. Dock blir det skillnad om en polär kolonn används. Polära analyter adsorberar till (*GSC*) eller fördelar sig i (*GLC*) en polär stationärfas, då *dipol-dipol*- eller *vätebindning* kan uppstå. Opolära ämnen kan istället fortsätta i högre hastighet genom kolonnen (Rahman, et al., 2015). Bindningarna som uppstår mellan analyt och stationärfas, oavsett polaritet hos kolonnen, är dock inte

permanenta, utan gör bara att bindande analyter bromsas upp i kolonnen, och därmed förlängs retentionstiden för dessa.

Retentionstiden innebär den tid det tar för ett ämne att föras genom kolonnen och nå instrumentets detektor (Harris, 2010). Används opolär kolonn separeras analyterna i stort sett endast utifrån kokpunkt, medan analyterna separeras utifrån två faktorer i GC om polär kolonn används: kokpunkt samt polaritet. Ämnena når slutligen detektorn som registrerar retentionstid och signalstyrka från respektive ämne. Detektorn är i sin tur kopplad till en dator som med hjälp av lämplig programvara ritar upp ett kromatogram. Signalen från ett ämne motsvarar en topp i kromatogramet, arean under toppen motsvarar signalstyrkas intensitet, som ger information om ett visst ämnes koncentration i lösningen (Harris, 2010). På så vis kan GC användas för kvantitativ analys. Retentionstiden för ett visst ämne är också specifik för ett givet system, således är metoden även kvalitativ. Dock bör tilläggas att många ämnen kan ha samma retentionstid, så därmed är denna metod inte säker. För den kvalitativa analysen blir även ämnets kokpunkt relevant. Trots att analyter i GC kan separeras utifrån två faktorer kan det ändå vara svårt att få en tillräckligt säker identifiering. För att få en bättre analys kan GC kombineras med masspektrometriska tekniker. Masspektrometri, MS, är i sin tur också en separationsteknik, där joner i gasfas separeras utifrån mass- och laddningsförhållande. Till detta används verktyget masspektrometer, som består av en joniseringskammare, som joniserar provet, en massanalysator samt en detektor. Verktöget är ett kraftfullt instrument för identifiering av olika molekyler. Förenklat kan man säga att masspektrometern ger "kemiska fingeravtryck" för olika kemiska föreningar, så kallade *masspektrum*. På så vis kan, med MS kopplad till en dator installerad med lämplig programvara, ett mer exakt resultat för analysen erhållas gällande vilken eller vilka analyter provet innehåller. En masspektrometer kan även kombineras med andra separationstekniker än GC, och kan även användas för att strukturbestämma molekyler (Harris, 2010).



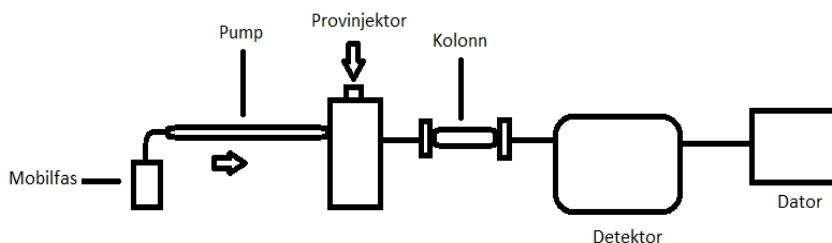
Figur 1 - Förenklad skiss över instrumentuppställningen

3.3.2 HPLC

HPLC, förkortning för "*High Performance Liquid Chromatography*", översatt till högupplösande vätskekromatografi, är en annan typ av kolonnkromatografi som kan användas för separation, identifikation samt kvantifiering av analyter. Förenklat kan instrumentet beskrivas bestå av en injektor, en pump och en kolonn, samt att dessa är

kopplade till någon typ av detektor. En provlösning förs in i injektorn på instrumentet för att sedan med hjälp av pumpen samt en mobilfas föras igenom kolonnen, där ämnena i provlösningen kan separeras (Harris, 2010). När analyterna passerat kolonnen och slutligen når instrumentets detektor registreras retentionstid och signalstyrka från respektive ämne, och precis som i fallet för GC, används en dator installerad med lämplig programvara för att rita upp ett kromatogram. På samma sätt som tidigare ger toppens area och retentionstiden information om analyten och dess koncentration. Olika typer av detektorer kan användas för HPLC, där en masspektrometer ofta anses mest kraftfull för kvalitativ analys, då många ämnens retentionstider är likartade, och därmed annars svåra att identifiera. Andra exempel på detektorer för HPLC är UV-VIS- eller *fluorescensdetektorer* (Harris, 2010). Separation av analyten i HPLC sker på olika sätt beroende på vilken typ av kolonn som används, exempelvis utifrån skillnad i storlek, laddning eller polaritet (Samanidou, 2015). I denna rapport kommer dock endast separation utifrån skillnad i polaritet ges en utförligare beskrivning.

Denna typ av separation med HPLC bygger, precis som i fallet med GC, på principen "lika löser lika". Till skillnad från GC, används i HPLC packade kolonner, där stationärfasen, som antingen är ett fast ämne eller fasta partiklar som är klädda med en flytande stationärfas, fyller kolonnen. Beroende på polariteten hos stationärfas kallas tekniken på svenska för *normal-fas-* eller *omvänd-fas-kromatografi*, men även engelskans begrepp *normal-phase* (NP) och *reversed-phase* (RP) används ofta (Harris, 2010). NP innebär att en polär stationärfas används (polär kolonn) tillsammans med en opolär mobilfas, som således separerar analyterna och ger de opolära komponenterna kortast retentionstid. Detta då de polära analyterna adsorberar eller binder till den polära stationärfasen med *dipol-dipol-* eller *vätebindning*, medan de opolära fördelar sig i den opolära mobilfasen och färdas vidare genom kolonnen. Bindningarna som uppstår mellan analyt och stationärfas är, precis som i GC, inte permanenta, utan får endast polära analyter att bromsas upp i kolonnen. Således fås separationen utifrån polaritet. I RP används istället opolär stationärfas (opolär kolonn) tillsammans med en polär mobilfas, som istället separerar analyterna och ger de mest polära ämnena kortast retentionstid, då dessa fördelas i och färdas med mobilfasen genom kolonnen. Istället bromsas de opolära ämnena upp i kolonnen, på grund av att dessa fördelar sig i den polära mobilfasen i mindre utsträckning, och istället *van der Waals-binder* till stationärfasen temporärt. De *van der Waals*-bindningar som uppstår mellan de polära analyterna och opolära stationärfasen blir färre i förhållande till hur de polära komponenterna binder varandra (Samanidou, 2015). HPLC-analys kan även utföras med isokratisk eluering eller gradient-eluering. Isokratisk elueringsmetod innebär att en konstant mobilfassammansättning används genom hela analysen. Används gradient-elueringsmetoden kan mobilfassammansättningen ändras under körningen, för att få en bättre separation av provets komponenter (Harris, 2010).



Figur 2 - Förenklad skiss över instrumentuppställningen

3.3.3 Spektrofotometri

Spektrofotometri är ett samlingsnamn för de analystekniker där man använder sig av ljus för att kunna mäta koncentrationen av olika ämnen. En spektrofotometer är ett analysinstrument som används främst för kvantitativ analys, men som även kan användas för viss kvalitativ analys. Instrumentet består generellt av en ljuskälla, en monokromator, ett provrum för en provkyvett och en referenskyvett samt en detektor, som mäter transmittans. Förenklat kan analystekniken beskrivas som att en ljuskälla sänder ut ljus som når monokromatorn. Monokromatorn i sin tur selekterar ljus av en specifik våglängd, som kyvetterna sedan bestrålas med. Ljuset som passerar provlösningen och referensprovet detekteras, och det transmitterade ljuset räknas om till absorbansen för provlösningen (Harris, 2010). Vid spektrofotometrisk analys kan alltså provets absorbans vid en specifik våglängd undersökas, men många spektrofotometrar har även den funktionen att de kan skanna över ett våglängdsspann. Från denna information kan sedan ett spektrum erhålls, där toppar uppstår vid de våglängder där provet absorberar ljus, vilket anger hur absorbansen varierar med våglängden. Principen för tekniken bygger på *Lambert-Beers lag*.

Lambert-Beers lag: $A = \epsilon \cdot l \cdot c$ (Formel 1)

där:

A = absorbans, ϵ = molär extinktionskoefficient ($M^{-1}cm^{-1}$), l = kyvettlängd (cm) och c = koncentration (M)

Absorbansen beräknas från transmittansen på följande vis:

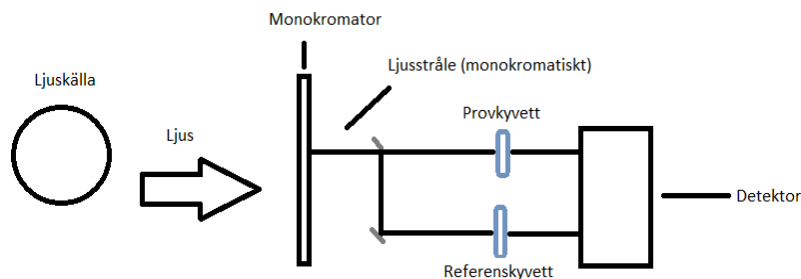
$$T = \frac{P}{P_0} \text{ och } A = -\log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right) \rightarrow A = -\log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right) \quad (\text{Formel 2})$$

där:

T = transmittans, P_0 = ingående irradians (W/m^2) och P = detekterad irradians (W/m^2)

Beroende på vilken ljuskälla som används kan spektrofotometern användas för att mäta absorbans i olika våglängdsområden, vanligtvis inom ljusområdet ultraviolett och/eller synligt ljus (UV-Vis). Vid analysen är det viktigt att parallellt undersöka absorbansen hos referenskyvetten, som är av samma typ som provkyvetten men som endast innehåller lösningsmedel. Detta för att kunna räkna bort absorbansen från lösningsmedlet eller från andra eventuella störningar. Extinktionskoefficienten är karaktäristisk för ett ämne, och anger hur mycket ljus som absorberas av ämnet vid en specifik våglängd. Denna är därmed konstant vid upprepade mätningar av absorbans hos ett ämne vid en given våglängd. Således är absorbansen för ett visst ämne proportionell mot dess koncentration. På så vis kan kvantiteten av ett visst ämne i en provlösning avgöras. Detta görs genom att, exempelvis, skapa en kalibreringskurva där uppmätt absorbans av en provlösning med känd koncentration av ämnet plottas mot ämnets koncentration. Om man därefter mäter absorbansen för ett prov med okänd koncentration av ämnet kan denna avläsas från kalibreringskurvan (Harris, 2010). På liknande sätt kan vilket ämne en provlösning innehåller undersökas, om man har kännedom om värdena på A , l och c vid en specifik våglängd och istället beräknar ϵ . Extinktionskoefficienten är, som tidigare nämnts, ämnesspecifik och kan därmed användas för att bestämma analyten (Görög, 2018), om man, exempelvis, har tillgång till en tabell över olika ämnens extinktionskoefficienter att kunna jämföra sitt värde med. På grund av att en viss molekyl absorberar ljus vid specifika våglängder ger detta vid spektrofotometrisk analys också upphov till ett spektrum med unikt, individuellt utseende. Detta kan också användas för att identifiera analyten. Dock bör nämnas att dessa

tillvägagångssätt generellt ger osäkra resultat, då många ämnen absorberar vid samma våglängder som andra gör, och därmed har liknande extinktionskoefficienter och ger upphov till liknande spektrum (Görög, 2018).



Figur 3 - Förenklad skiss över instrumentuppställningen

3.3.4 Mätning med pH-indikator

En pH-indikator kan variera i egenskaper och utseende, men har gemensamt att de skiftar i färg när de binder upp eller avger protoner. Således kan dessa indikera en skiftning av pH i en lösning vid tillsättning av bas eller syra (Sabnis, 2007). pH-indikatorer är organiska föreningar som erhåller konjugerade dubbelbindningar. Vid upptag eller avgivande av protoner förändras molekylen totala struktur, vilket leder till att molekylen absorptionsvåglängder förskjuts. Detta medför skiftningen i färg (Clark, 2019). Exempel på pH-indikatorer är *Bromtymolblått (BTB)*, *Fenolftalein* och *Lackmuspapper*. Dessa kan oftast ge endast en ungefärlig indikation på om en lösning är sur, neutral eller basisk, då de tenderar i att slå över i ett visst spann, och är därmed inte alltid helt exakta att använda vid analys. För en mer exakt mätning av pH-värde används oftast istället instrumentet pH-meter.

4. Metod

4.1 Urval

Den grupp elever som genomförde det kursmoment som utvecklats och undersökts i samband med detta examensarbete gick alla i samma klass i årskurs 1 på en gymnasieskola i västerort i Stockholmsområdet. Antalet elever i klassen var 32, som alla läste Naturvetenskapsprogrammet, med inriktning naturvetenskap, där samtliga deltog i laborationen, 30 elever närvarade på introduktionslektionen samt 30 elever som deltog i redovisningens båda delar. Urvalet av elever kan betraktas som ett *bekvämlighetsurval*, då jag själv under tiden som momentet utfördes vikarierade som lärare för klassen i kurs Kemi 1. Således lät jag momentet utföras i samband med den ordinarie undervisningen. Att jag valde denna typ av urvalsstrategi kan enligt Bryman (2008) anses begränsa generaliserbarheten av min undersökning, då oklarheter i vilken typ av population som stickprovet av elever representerar uppstår. Därmed bör de resultat som uppnås övervägande betraktas som endast lämpliga att använda som utgångspunkt för fortsatt

forskning eller användas för jämförelse med existerande resultat inom relevanta forskningsområden (Bryman, 2008).

Ytterligare en faktor som bör diskuteras och kan komma att få stor innebörd för resultatet av min undersökning är den homogenitet som råder i det urval av elever som gjorts. Den klass som studerats kan bedömas vara förhållandevis homogen utifrån aspekter som studiemotivation och betygssnitt. Alla elever i klassen befinner sig i samma studiemiljö, uppvisar generellt en hög studiemotivation och har hög närvaro i skolan. Därmed kan man enligt Bryman (2008) anse att stickprovet kan tänkas vara av dålig representation, sett till hur spridda dessa faktorer faktiskt är på andra gymnasieskolor landet runt, även om man begränsar sig till att endast betrakta de elever som läser kurs Kemi 1. Stickprovet kommer alltså vara förhållandevis homogent, medan populationen av gymnasieelever nationellt som går kursen kan bedömas vara en heterogen grupp. Därmed skulle egentligen mitt stickprov behöva vara större, för att kunna anses representativt (Bryman, 2008).

4.2 Arbetsprocessen

Denna undersökning kan betraktas som en tvådelad fallstudie (Bryman, 2008), där det som dels har studerats är kunskapsutvecklingen hos ett urval av individer i samband med deltagandet i ett kursmoment. Vad som även har haft en stor roll i denna undersökning är att undersöka och utvärdera hur jag som lärare kan utveckla min undervisning, genom att analysera min egen didaktiska process i samband med detta arbete. Undersökningen har utgått från formatet *aktionsforskning*, då jag som utfört undersökningen själv har varit aktiv i att undervisa de elever vars kunskapsutveckling jag sedan undersökt (McNiff, 2013). Aktionsforskning anses därtill lämplig för att pröva just hur praktiskt tillämpningsbara didaktiska modeller är, och är ett bra sätt för läraren att utifrån teoretiska kunskaper utveckla sin undervisning (Wickman, Hamza & Lundegård, 2018), vilket jag hade som mål att kunna göra. Den del av undersökningen som berör elevernas kunskapsutveckling är främst baserad på kvantitativ datainsamling, med kvalitativa inslag. Datainsamlingsprocessen har utförts utifrån ett induktivt angreppssätt (Bryman, 2008), där insamlade data använts för att besvara frågeställningarna för rapporten. För att kunna utvärdera den didaktiska processen har jag dels utgått från det resultat som nåddes utifrån undersökningen om elevernas kunskapsutveckling, men jag har också utgått från olika tankar och upplevelser som jag haft under arbetsprocessen.

Första steget i arbetsprocessen var att utföra en litteraturstudie för att få insikt i hur kursmomentet borde utformas samt hur undersökningen skulle utföras. Att studera litteratur var dock återkommande under hela processen. I samband med litteraturstudien granskades även ämnesplanen för *Kemi 1*. Därefter utvecklades de olika delarna för kursmomentet: *introduktionslektion*, *laborationsmomentet*, *redovisningen* samt *hemuppgiften*. I samband med utvecklingen av laborationerna utarbetades även riskanalyser för dessa. Efter introduktionslektionen och laborationen genomförts utformades enkäten. När kursmomentet var avslutat var nästa steg i processen att samla in och slutligen analysera data. Utifrån detta drogs sedan slutsatser hur väl kursmomentet korrelerade med de mål som det utformats utifrån. Sista steget i processen var sedan att diskutera och problematisera den didaktiska process som har skett i samband med utvecklingen och utförandet av detta kursmoment för att sedan se vilka slutsatser som kunde dras utifrån detta om hur undervisning om kemisk analys och hållbar utveckling kan utvecklas vidare.

4.3 Utformning av ”Kemisk analys och hållbar utveckling”

Som tidigare nämnts utformades kursmomentet att bestå av fyra olika delmoment: *en introduktionslektion, ett laborationsmoment, ett redovisningsmoment samt en hemuppgift*. Nedan kommer jag redogöra kortfattat för hur respektive delmoment gick till, i form av exempelvis innehåll och tidsåtgång. Till respektive delmoment finns även lärarhandledningar bifogade (se ”Bilaga nr. 1–6”) för mer utförliga instruktioner. I följande avsnitt har jag även för ambition att förklara vilken eller vilka av *Bybee*’s 5 E-faser jag låtit representeras av respektive delmoment, samt hur jag reflekterat kring diskurstillämpning under de olika delmomenten.

Följande tabell är en sammanställning över vilka av *Bybee*’s 5 E-faser samt Hackling et al.s (2010) diskurser som överensstämmer med de olika delmomenten jag utformat:

Delmoment:	Berörd 5 E-fas:	Tillämpad diskurs:
Introduktionslektion	Engagerande	interaktiv/dialogisk
Laborationsmoment	Engagerande	interaktiv/dialogisk
	Undersökande	interaktiv/auktoritativ
	Förklarande	icke-interaktiv/auktoritativ
Redovisningsmoment	Fördjupande	interaktiv/dialogisk interaktiv/auktoritativ
Hemuppgiften	Utvärderande	-

Tabell 1 - Sammanställning faser och diskurstillämpning

Denna kategorisering uppkom utifrån min intuitiva idé kring vilka typer av delmoment jag ville inkludera i kursmomentet samt hur dessa kunde väljas och utformas utifrån just *Bybee*-modellen. Diskurstillämpningen har, som tidigare nämnts, skett utifrån vad ramverket angav (Hackling, et al., 2010). Givetvis är denna uppdelning något som går att problematisera. Exempelvis kan man tänka sig att kategoriseringen av faser till respektive delmoment hade kunnat ske på ett annat vis. Man kan också ställa sig kritisk till hur vidare diskurstillämpningen är lämplig eller effektiv, oavsett vad författarna till ramverket hävdar. Vid utformningen av kursmomentet hade jag även kunnat utgå från andra didaktiska modeller som grund, vilket hade kunnat påverka resultatet av momentet. Detta är något som jag kommer redogöra för senare i rapporten, i samband med diskussionen av den tredje frågeställningen.

4.3.1 Introduktionslektionen

För att kunna representera engagemangsfasen utformades introduktionslektionen som en interaktiv föreläsning, med syfte att introducera eleverna till miljöproblem och hållbar utveckling utifrån ett kemiskt perspektiv, samt att stämma av elevernas redan befintliga kunskaper om dessa områden. I enlighet med diskursramverket som användes skulle denna fas beröras utifrån interaktiv/dialogisk diskurs. Dock, när man använder sig av ett föreläsningsformat, kan diskursen tendera att gå mot en interaktiv/auktoritativ alternativt icke-interaktiv/auktoritativ diskurs. För att undvika detta behöver eleverna ges möjlighet att under flera tillfällen diskutera sina tankar med varandra och med läraren. Man bör också se

till att föreläsningen upplevs mer informell och "ledig" än de föreläsningar eleverna annars kan vara vana vid, och att de känner sig uppmuntrade att delta.

Denna föreläsning var ca 60 minuter lång och ägde rum under ett av elevernas ordinarie lektionstillfällen. Som stöd användes en "Power Point"-presentation. Föreläsningen inleddes med att eleverna fick en genomgång av kursmomentet i helhet: vilka moment som skulle komma att ingå, vad som förväntades av eleverna i form av deltagande och utförande av uppgifter samt vad mål och syfte var med respektive delmoment. Detta med hänvisning till att det finns studier på att elever som känner till och förstår kunskapsmålen för ett visst undervisningsmoment i större utsträckning når dem (Hofstein & Lunetta, 2004). Därefter fick eleverna diskutera vad de kände till om olika miljöförstörande processer, utifrån en lista som presenterades i "Power Pointen", exempelvis om förurning och utsläpp av växthusgaser. Därefter höll jag som lärare en kortfattad presentation av respektive klimathot som fanns med på listan, där eleverna deltog aktivt med frågor och erfarenheter. Därefter övergick diskussionen att handla om vad begreppet *hållbar utveckling* innebär, och vi diskuterade hur olika potentiella lösningar på dessa klimathot kan anses vara mer eller mindre framgångsrika beroende på vilket perspektiv man betraktar dessa utifrån. Detta för att förbereda eleverna för när de senare skulle utföra denna typ av analys på egen hand i sina hemuppgifter. Avslutningsvis diskuterades begreppet kvalitativ och kvantitativ kemisk analys, och vad skillnaden är mellan dessa, så att eleverna skulle vara bekanta med dessa begrepp inför laborationsmomentet som ägde rum dagen efter denna lektion. En lärarhandledning för denna lektion finns bifogad i slutet av rapporten (se "Bilaga nr. 1")

4.3.2 Laborationsmomentet

Valet att inkludera ett laborativt inslag i kursmomentet, som därtill inte hölls på elevernas vanliga skola, baserades på just de många fördelar som har formulerats gällande hur elevernas kunskaper kan utvecklas i samband med detta. I en artikel av Högström et al. (2006) anges att lärares mål med att eleverna ska utföra laborativt arbete går att sammanfatta under följande teman: *utveckla begreppsförståelse, reflektera kring det laborativa arbetet samt att anknyta till vardag och verklighet* (Högström, et al., 2006). Vidare har Hofstein & Lunetta (2004) formulerat att laborationer har förmåga att öka elevers förståelse för naturvetenskap genom att göra undervisningen intressant och illustrera naturvetenskapliga fenomen. Laborationer kan också vara ett sätt att just gestalta naturvetenskapens karaktär och förena naturvetenskap med samhällsvetenskapliga frågor och det vardagliga livet. Vidare kan laborativt arbete kopplas till ytterligare positiva följder, genom att det låter eleverna variera sin lärandemiljö till en som tillåter att eleverna på ett socialt sätt får möjlighet att kunna undersöka naturvetenskapliga koncept och fenomen och bearbeta olika idéer tillsammans (Hofstein & Lunetta, 2004). Att laborationen ägde rum utanför skolan och blev till ett studiebesök för eleverna, istället för att laborera på deras vanliga kurslabb var delvis av praktiska skäl, som att instrumenten inte fanns att tillgå där, men också av pedagogiska. Som tidigare beskrivet i rapporten (se "1.3 Naturvetenskaplig...") kan en annan typ av studiemiljö främja elevernas inläring i samband med arbete kring naturvetenskapliga frågor med samhällsnära anknytning, som i detta fall *hållbar utveckling* och *klimatproblem*.

Laborationsmomentet kan anses vara det bredaste delmomentet eftersom det fick utgöra den engagerande fasen tillsammans med introduktionslektionen, men även utforskningsfasen och den förklarande fasen. Laborationen blev också ett tillfälle för eleverna att gemensamt reda ut hur olika typer av kemiska analystekniker går till och hur de

genomförda analyserna kunde kopplas till olika miljöproblem. Laborationen kunde på så vis skapa en gemensam referenspunkt för eleverna att sedan fördjupa sig utifrån, vilket är nödvändigt i en utforskningsfas. Den lärare som undervisade kunde avslutningsvis, utifrån den gemensamma diskussionen med eleverna som ägt rum under tillfället, sammanfatta och förse eleverna med de förklaringar och begrepp som de behövde för att senare kunna fördjupa sig inom ämnesområdet, i enlighet med den förklarande fasens roll. Diskursen varierades under detta moment utifrån vad ramverket förespråkar för de berörda faserna, därmed mellan interaktiv/dialogisk, interaktiv/auktoritativ, samt icke-interaktiv/auktoritativ. Detta genom att eleverna dels diskuterade självständigt och tillsammans med den lärare som undervisade utifrån elevernas frågor, att läraren styrde eleverna att diskutera specifika frågor, samt att läraren avslutningsvis sammanfattade laborationen och dess kunskapsinnehåll.

Laborationen ägde rum på Kungliga Tekniska högskolans kurslaboratorium för kemi under en eftermiddag i mars. Totalt spenderades 2,5 timmar uppe på kurslaboratoriet. Eleverna delades först upp i två grupper, där hälften av klassen fick börja med att laborera och resterande delen av klassen fick sitta i ett avskilt rum och räkna uppgifter. Den halva som skulle börja med laborationerna delades därefter upp i tre grupper om ca 5–6 elever i varje grupp. Dessa delades sedan upp mellan mig och två andra KTH-studenter, som också skulle hålla i varsin dellaboration. De tre laborationerna pågick således parallellt, och eleverna deltog endast i en dellaboration var. När första halvan av klassen avslutat sina laborationer, bytte dessa plats med de andra eleverna som i sin tur delades upp på samma sätt och därefter fick delta i laborationerna.

Dellaborationerna var alla strukturerade på samma vis, nämligen att eleverna först fick en genomgång av hur den teknik som de skulle använda under laborationen fungerade och vilka kemiska principer denna var baserad på. Därefter genomfördes någon form av kvalitativ eller kvantitativ analys med den tilldelade tekniken (samt även en pH-mätning i ett fall). Avslutningsvis kopplades analysen till något av de miljöproblem som eleverna hade diskuterat under introduktionslektionen den föregående dagen. De två dellaborationerna som utgick från kromatografiska principer, där instrumenten HPLC och GC-MS användes, hade koppling till utsläpp av miljöfarliga ämnen och vad dessa kan få för påverkan på, exempelvis, olika ekosystem. I HPLC-laborationen analyserades ett extraherat jordprov, som tagits från förorenad mark, och som innehöll en del miljöfarliga föreningar som uppkommit vid förbränning av, exempelvis, plaster och bilvrakdelar. I GC-MS laborationen analyserades en utspädd nagellackborttagning, för att illustrera att många av vanliga hushållskemikalier och kosmetiska produkter innehåller ämnen som kan påverka djur, växter och/eller klimat negativt. I den tredje laborationen, som baserades på spektrofotometriska principer, samt en pH-mätning, analyserades gödningsmedelsförekomst i vattenprover samt pH-skiftning i vatten i närhet av förbränning av kol och svavel. Detta för att kunna diskutera hur försurning och övergödning kan uppstå, samt dess påverkan på marina miljöer. Lärarhandledningar för respektive dellaboration finns bifogade (se ”*Bilaga nr. 2–4*”).

Att basera de laborativa aktiviteterna på just analytisk kemi valdes, utöver att det ingår som centralt innehåll i kursen, då jag ansåg att det kunde ge en tydlig koppling till hur man arbetar med kemi industriellt och på forskningsnivå, vilket kan främja elevernas insikter i kemins karaktär och ett kemiskt arbetssätt. Jag ville att eleverna skulle få möjlighet att använda några av de instrument som används just i kemiskt analysarbete i industrin och vid forskning, även om de oftast inte finns att tillgå på gymnasieskolan. Detta för att verklighetsförankra laborationen. Principerna för hur de instrument som inkluderades i laborationen fungerar kan anses vara avancerade. Dessa instrument valdes detta till trots, då en del av det generella innehållet för gymnasiekurserna inom kemi ändå kunde beröras i

samband med att instrumenten förklarades. Exempelvis diskuterades *kemisk bindning* och dess inverkan på *ämnens kokpunkter* samt *egenskaper hos organiska föreningar* vid genomgången av HPLC- och GC-MS-instrumenten, och syrabasreaktioner i samband med mätningen med pH-indikator.

4.3.3 Redovisningsmomentet

Redovisningsmomentet tog ca 2 h, och genomfördes på två av elevernas ordinerade lektionstillfällen. Den första av lektionerna fick eleverna möjlighet att planera och diskutera inför redovisningen, och vid det andra tillfället hölls alla redovisningarna. Eleverna hade fått instruktioner om att redovisningen skulle vara total ca 15 min, inklusive frågestund. Trots detta höll alla grupper istället på i ca 20 min, inklusive frågestund, så som lärare bör man antingen vara mer strikt kring tidsåtgången alternativt att lägga redovisningstillfället på en lektion som är längre än 60 min. Eleverna fick själva önska i vilken ordning grupperna skulle redovisa. Lärarhandledning för redovisningsmomentet finns bifogade (se "*Bilaga nr. 5*").

Det delmoment som kopplades till fördjupningsfasen var det tillfälle då eleverna i grupp först planerade och sedan, vid ett senare tillfälle, höll redovisningar om den dellaboration de deltagit i. Eleverna som genomfört samma dellaboration fick i grupp planera sina redovisningar genom att sammanfatta och bearbeta den information de fått med sig från den laborativa aktiviteten. Därtill fick de då ansvaret att undervisa sina klasskamrater om det ämnesinnehåll de själva fått med sig från dellaborationen. Efter redovisningen bjöds de åhörande eleverna in att delta i en frågestund och diskussion om det som klasskamraterna just presenterat. Eleverna i klassen fick därmed tillfälle att gemensamt reda ut svårigheter och tillsammans skapa förståelse för innehållet. Jag som lärare fanns närvarande som stöd, och deltog i diskussionen för att stötta eleverna i deras resonemang vid behov. När eleverna ansåg sig färdiga med diskussionen avrundade jag som lärare med en sammanfattning av innehållet. Beslutet att inkludera denna typ av gemensam materialbearbetning som arbetet med redovisningen innebar utgick från teorier om att samtal och diskussion mellan elever underlättar deras inlärningsprocess och hjälper dem att ta till sig nya kunskaper och utveckla Scientific Literacy (Hackling, et al., 2010).

Tillfället då redovisningen planerades var tänkt att utgå från den interaktiva/dialogiska diskursen. Därför fick eleverna, i sina grupper, självständigt planera vad de ville presentera för sina klasskamrater utifrån de riktlinjer de fått, men jag som lärare fanns tillgänglig för att besvara frågor och ge rådgivning. Till de frågestunder som skulle äga rum i anslutning till redovisningarna var idén att skifta diskurs mot den interaktiva/auktoritativa. För att åstadkomma detta, ställde jag mer ledande frågor efter redovisningen och frågestunden för att låta eleverna komplettera innehållet. Efter varje redovisning avslutade jag med att sammanfatta innehållet utifrån de mest relevanta begreppen, tillsammans med eleverna. Detta för att vara säker på att eleverna försetts med de vetenskapliga begrepp och förklaringar som är centrala för innehållet och som möjligen kunde ha missförstått eller uteblivit under redovisningen och frågestunden.

4.3.4 Hemuppgiften

Som avslutande moment och för att uppnå målet med den utvärderande fasen, att eleverna skulle få möjlighet att visa och använda sina nyvunna kunskaper, utformades en hemuppgift som eleverna fick två veckor på sig att arbeta med utanför lektionstid. Som feedback tilldelades varje elev ett omdöme på sin uppgift. I uppgiften ingick att eleverna både skulle sammanfatta konkret information om analysteknikerna och instrumenten som använts, men också att reflektera kring olika miljöproblem och hållbar utveckling. Att tillämpa någon specifik diskurs för detta moment uteblev, då den information som skulle kommuniceras mellan elev och lärare skedde i skrift, och inte heller passade in på de olika angivna diskurstyperna. Vid det tillfället som uppgiften delades ut gick jag som lärare igenom instruktionen för uppgiften och stämde av om eleverna hade några frågor eller upplevde något som oklart. Eleverna hade också möjlighet att, under hela skrivprocessen, be om stöd och råd för att kunna färdigställa sina uppgifter. Instruktioner för hemuppgiften finns bifogad (se ”Bilaga nr. 6”).

4.4 Datainsamling

För att samla in data om elevernas kunskapsinhämtning användes en enkät (se ”Bilaga nr. 7”). Detta användes för att nå ut till fler respondenter än vad som hade varit möjligt vid intervjuer, och jag önskade att få svar från samtliga elever som deltagit i kursmomentet. Jag ville också möjliggöra för respondenterna, som i detta fall var mina elever, att besvara enkäten anonymt och inte påverkas av mig som intervjuare, då frågorna till stor del handlade om elevernas lärdomar från och upplevelser av ett kursmoment i min undervisning. Vid tillfället då enkäten besvarades kände jag nämligen flera av eleverna och undervisade dem regelbundet. Negativa aspekter med att använda enkät som datainsamlingsmetod är att respondenternas svar blir kortfattade, och det blir också svårt att veta ifall någon av frågorna missförstås eller om respondenten tänkt annorlunda än jag som utformat den (Ejvegård, 2009). Att kunna utföra datainsamlingen anonymt och tidsmässigt möjliggöra för alla tillfrågade att kunna delta anser jag vara fördelar som överväger nackdelarna i detta fall, därav beslutades att enkäter skulle användas. Att låta någon annan än jag själv hålla i intervjuerna hade varit ett alternativ för att bevara svaren ”anonyma”, men var inte möjligt att genomföra under denna undersökning.

Enkäten utformades i enlighet med Ejvegårds (2009) riktlinjer för hur detta görs på ett så lämpligt sätt som möjligt. Enkäten bestod till en del av olika påståenden kopplade till kursmomentets mål. Alla dessa hade bundna svarsalternativ. Då de till stor del var så kallade *attitydfrågor* angavs alltid en skala med möjliga svarsalternativ, där respondenten kunde värdera hur väl ett visst påstående stämde in på personen ifråga, genom att kryssa för en valfri siffra. De skalor som användes angavs med ett jämnt antal steg, för att undvika centraliserade svar. För att lämna utrymme för respondenten att inte behöva värdera sin uppfattning eller attityd fanns alternativet att svara ”Ingen åsikt” till alla påståenden. Till dessa fanns också alltid en möjlighet att lämna ett mer öppet svar, eller en förklaring till sin värdering under ”Kommentar:” (Ejvegård, 2009). Därefter fanns ett antal frågor av mer öppen karaktär, utan svarsalternativ, i enkätens senare del. Dessa var också frivilliga för respondenterna att besvara. Kombinerat med enkäten utfördes ytterligare en typ av datainsamling, som var att eleverna som avslutande moment fick skriva den hemuppgift som omnämns tidigare (se ”4.3.4 Hemuppgiften”). Denna hemuppgift bestod av dels mer slutna uppgifter, som gick ut på att beskriva olika fakta de fått lära sig om

analysinstrumenten samt olika miljöproblem. Därtill ingick en mer öppen uppgift, där de själva ombads reflektera kring potentiella lösningar till ett eller flera miljöproblem utifrån ett hållbarhetsperspektiv. Uppgifterna bedömdes sedan av mig utifrån en tregradig betygsskala med tillhörande kriterier.

4.5 Analysmetod

Enkätsvaren har sammanställts på två olika vis. Från de bundna svarsalternativen har resultatet av alla elevers svar sammanställts samt median och medelvärde beräknats. Fördelningen av svar finns representerad med stapeldiagram för respektive fråga. Resultatet är en sammanställning av elevernas individuella självskattning utifrån ett visst påstående kopplat till hur väl kursmomentet korrelerar med dess mål. *Medel-* och *medianvärdet* anses ange ett mått på hur väl eleverna upplevde att de olika delmomenten korrelerade med målen för kursmomentet, beroende på hur påståendet är formulerat. Hur väl kursmomenten korrelerar med kursmålen får i sin tur betydelse för hur frågeställningen för rapporten besvaras. De öppna svaren från enkäten, exempelvis där respondenten fått möjlighet att kommentera självskattningen, kodades utifrån olika teman som gick att hitta i svaren. Till dessa görs alltså en typ av *innehållsanalys* (Bryman, 2008). En sammanställning av dessa teman kunde därefter användas för att bättre analysera frågornas korrelation till målen för kursmomentet och därtill de huvudsakliga frågeställningarna för rapporten.

Som bilaga finns en rådatatabell bifogad (se "*Bilaga nr. 8*"), som innehåller ett urval av citat från de kommentarer (fritextsvar) som eleverna kunde lämna till respektive påstående. I enkäten fanns även ett antal frågor av mer öppen karaktär, där eleverna fick reflektera fritt angående kursmomentets olika delar, där ett urval av kommentarerna till dessa också finns presenterade i samma tabell. Enkäten finns även den bifogad som bilaga (se "*Bilaga nr. 7*"). Vad som kan tilläggas är att eleverna ännu inte fått sin hemuppgift bedömd när de besvarade enkäten, vilket kan ha påverkat i vilken grad eleverna skattade sina kunskaper och vad de valde att kommentera att de kände osäkerhet kring. Elevernas enkäter finns av etiska och praktiska skäl ej bifogade i denna rapport. Från hemuppgifterna har en sammanställning gjorts av de omdömen som eleverna tilldelats sina uppgifter, i form av ett stapeldiagram. Dessa uppgifter användes alltså för att undersöka hur väl eleverna uppnått målen för kursmomentet, och resultatet anses ange ett mått på hur väl kursmomentet försett eleverna med de kunskaper som målen efterfrågade. Innehållet i hemuppgifterna bedöms således kvalitativt, men där omdömet på uppgiften betraktas som kvantitativa data. I samband med bedömningen gjordes således en typ av innehållsanalys av elevernas texter.

4.6 Etiska principer

Då undersökningen är baserad på ett kursmoment som kommer att användas för bedömning av eleverna och inverka på deras slutbetyg för kursen, har det varit obligatoriskt för eleverna att delta i alla delar av momentet. Alla elever behövde därtill utföra den hemuppgift och den enkät som användes för datainsamling. För att uppfylla de etiska krav som finns gällande *information*, *samtycke*, *konfidentialitet* samt *nyttjande* (Bryman, 2008) fick alla elever själva bestämma om deras hemuppgiftsresultat och enkät svar fick användas som data i undersökningen. Om en elev gjorde valet att inte delta i undersökningen betraktades hemuppgiften endast som en separat skoluppgift och enkäten kasserades. Eleverna fick också veta att det endast var dessa två moment som användes för

datainsamling, och att inga observationer eller ytterligare datainsamlingar gjordes under de övriga momenten. Enkäten besvarades anonymt och gällande hemuppgifterna behandlades dessa konfidentiellt. Även om eleverna till en början behövde lämna in dessa påskrivna med namn för att tilldelas ett omdöme av uppgiften går det inte att, utifrån att läsa denna rapport, koppla ett visst resultat till någon specifik författare eftersom uppgifterna ej är bifogade i rapporten. Samtliga elever som deltog i kursmomentet skrev hemuppgiften och godkände även att deras enkät användes för datainsamling. Alla personuppgifter har behandlats med försiktighet. Eleverna fick också veta att deras enkätsvar eller hemuppgiftsresultat inte får komma att användas i framtida forskning, eller till något annat än vad som avsetts under projektet. Den gymnasieskola och klassen eleverna går hålls också anonym under rapportutförandet.

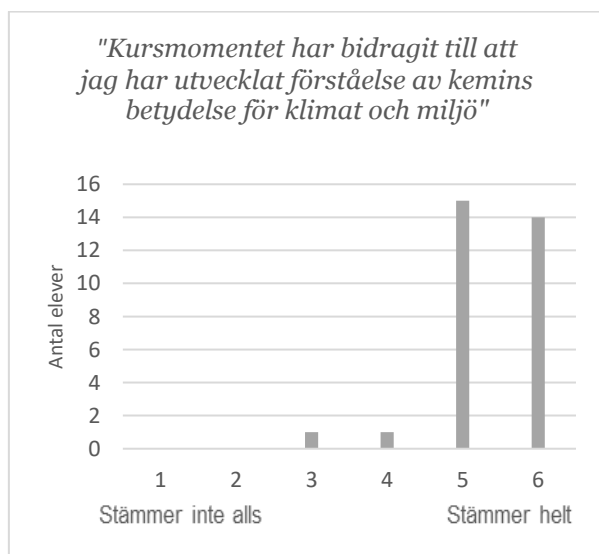
5. Resultat och analys

5.1 Datasammanställning och analys

5.1.1 Innehållsanalys av enkäterna

Följande stapeldiagram anger hur eleverna skattat sina egna uppfattningar och färdigheter utifrån de olika målrelaterade påståenden som fanns angiva i enkäten, som alla baserades på målen för kursmomentet. Tillsammans med tabellerna presenteras även medelvärde och medianvärde av skattningarna för respektive påstående (1–5). I anslutning till varje tabell finns en sammanfattning av den analys som gjorts i samband med databehandlingen, där de olika teman som identifierades för respektive målrelaterade påstående utifrån elevernas skattningar och kommentarer presenteras. Även fritextsvaren till de frågorna av mer öppen karaktär (6–8) har analyserats och sammanfattats utifrån olika teman. Till varje påstående eller fråga har också hur många elever som faktiskt valt att lämna ett fritextsvar angivits. Detta för att möjliggöra för läsaren att avgöra hur representativa dessa svar kan tänkas vara för elevgruppen, beroende på hur många elever som har valt att kommentera sina skattningar jämfört med de som inte har gjort det.

Sammanställning av elevernas skattningsvärden:



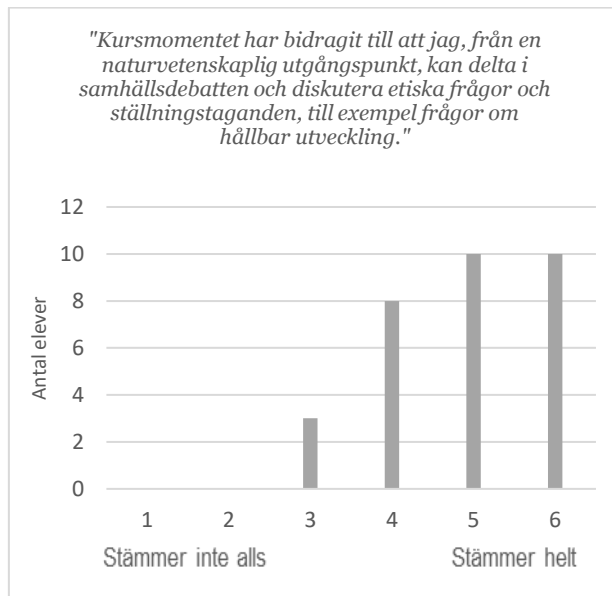
Figur 4 – Skattningar för påstående nr. 1

Sammanfattning av analys:

Majoriteten av eleverna skattade sig själva ligga högt på skalan vid detta påstående. Ett tema som gick att finna från denna enkätfråga var att vissa elever ansåg sig ha kunskaper om detta redan innan momentet, men att dessa hade vidareutvecklats. Andra elever hävdade att de hade utvecklat dessa kunskaper från grunden under kursmomentet. Därtill återfanns som tema att vissa upplevde sig ha utvecklat kunskaper inom ett specifikt område och andra på ett mer generellt och övergripande plan. Som kommentar fanns också att vissa elever upplevde att de nu kunde reflektera kring detta på ett personligt plan, vilket skulle kunna komma att påverka deras handlingar i vardagen.

Medelvärde: 5,4
Medianvärde: 5
Antalet fritextsvar: 26

Sammanställning av elevernas skattningsvärden:



Figur 5 - Skattningar för påstående nr. 2

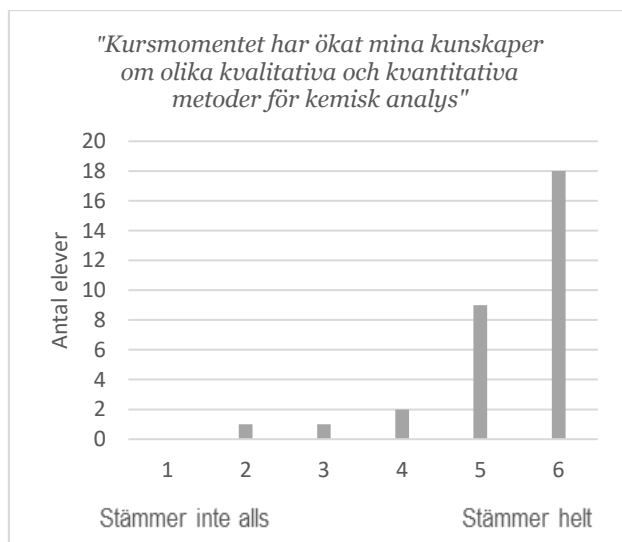
Sammanfattning av analys:

Majoriteten av eleverna skattade sig själva ligga högt på skalan vid detta påstående. Flera elever ansåg sig ha haft en del kunskaper sen tidigare rörande detta mål, men att de också alla hade vidareutvecklat dessa kunskaper under kurs-momentet. Dock ansåg några elever att denna del kunde ha fördjupats ytterligare för att de skulle kunna känna sig säkra i att påstå detta. Därtill fanns vissa elever som ansåg att det borde ha ingått i kursmomentet att få träna sig inom detta praktiskt. Det kan tänkas att dessa elever var osäkra kring sina färdigheter då de inte fått prova dem tillräckligt, vilket kan ha påverkat deras skattning.

Medelvärde: 4,9

Medianvärde: 5

Antalet fritextsvar: 20



Figur 6 - Skattningar för påstående nr. 3

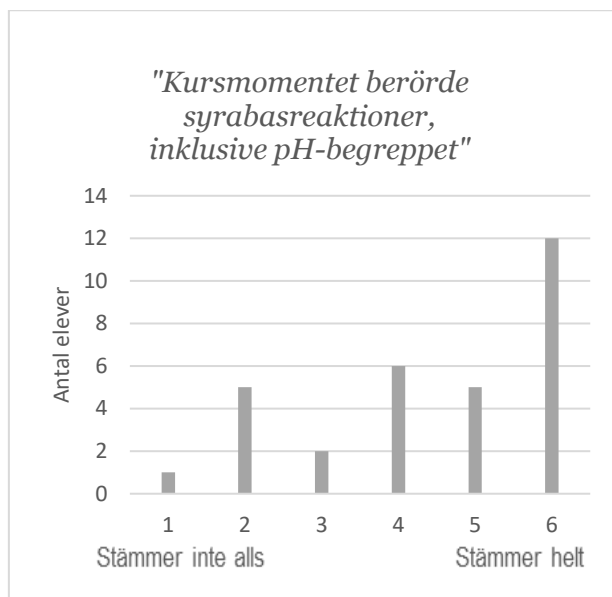
Majoriteten av eleverna skattade sig själva ligga högt på skalan vid detta påstående. Som tema går att se att eleverna genomgående har kommenterat att denna del av momentet var något de inte hört talas om tidigare, och att nästan alla nu kände sig säkra på både hur begreppen "kvantitativ" och "kvalitativ" används samt inom principer för någon eller flera analystekniker. Dock anser ett fåtal elever att detta kunde gjorts tydligare, och har skattat sig själva lågt på skalan.

Medelvärde: 5,4

Medianvärde: 6

Antalet fritextsvar: 19

Sammanställning av elevernas skattningsvärden:



Figur 7 - Skattningar för påstående nr. 4

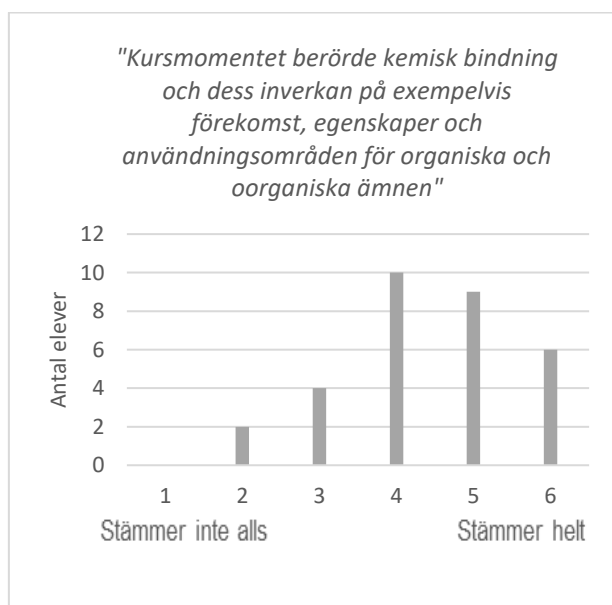
Sammanfattning av analys:

Detta påstående var det som hade mest spridda skattningar och kommentarer. Som tema går att finna att de elever som deltog i den laboration som berörde förurning upplevde att detta påstående stämde bra och skattade sig själva högt på skalan. Av de elever som inte deltog i denna laborationen var skattningen varierad. Vissa elever upplevde att detta ämnesområde berördes under själva redovisningen på ett sätt som var tillräckligt, men det fanns också de som ansåg att detta ej framkom eller förklarades tillräckligt tydligt för att de skulle anse att ämnesområdet ingick i momentet. Vad som vidare kan tilläggas är att det var få elever som valde att fördjupa sig och skriva om denna laboration i sin hemuppgift, vilket inte framgår i enkäten, men som ändå kan ha påverkat hur eleverna upplevde påståendet och skattade på skalan.

Medelvärde: 4,1

Medianvärde: 5

Antalet fritextsvar: 18



Figur 8 – Skattningar för påstående nr. 5

Detta påstående fick, precis som ovanstående, relativt spridda skattningar och kommentarer. Eleverna har olika uppfattningar om i vilken utsträckning detta mål berördes, och gav olika exempel på kunskaper som de hade utvecklat, som de ansåg kunde kopplas till detta mål. Vissa elever bekräftar att momentet hade koppling till ämnesområdet utifrån kommentarer om att "vi pratade om bindningar och kokpunkter" och att "lika löser lika" nämndes i samband med när stationär- och mobilfas diskuterades och hur separationerna i kolonnerna gick till under kromatografilaborationerna. Något som är relevant att tillägga är att eleverna hade vissa kunskaper om kemisk bindning sedan tidigare. Vad som vidare kan tilläggas är att alla eleverna var tvungna att skriva om minst en av kromatografilaborationerna i sin hemuppgift, vilket kan ha påverkat hur eleverna upplevde påståendet och skattade på skalan.

Medelvärde: 4,4

Medianvärde: 4

Antalet fritextsvar: 13

Övriga påståenden (nr):

6)

"Kommentera vad du anser skulle kunna vara en lämplig vidareutveckling för laborationsmomentet:"

7)

*"Kommentera hur du upplevde de olika delarna för kursmomentet:"
(för riktlinjer, se enkät)*

8)

"Här kan du fylla i om du har några övriga generella kommentarer:"

Sammanfattning av analys:

Gällande förslag på en vidareutveckling av laborationsmomentet angav många elever att de önskat medverka på alla tre dellaborationerna. Vissa verkar uttrycka detta utifrån rent intresse, medan andra anser att det hade varit mer lärorikt än att lyssna till redovisningen om de andra elevernas laborationer och att det skulle kunna ersätta redovisningsmomentet. Andra elever upplevde att de gärna ville få en skriftlig eller muntlig sammanfattning av alla laborationerna. Vissa ger önskemål om att de gärna hade velat delta mer praktiskt under tillfället. Några önskar också en fördjupad diskussion av vilka kemiska reaktioner som skedde under de olika laborationerna. Det fanns även önskemål om tydligare koppling av analysverktygen till annat vetenskapligt arbete och andra upptäckter.

Antal fritextsvar: 27

Generellt kommenterade majoriteten av eleverna att alla kursmomentets delar upplevdes relevanta, och att det var kul och lärorikt att få variera sitt arbetssätt och studiemiljö. Dock riktar vissa en del kritik till redovisningsmomentet, där det både finns åsikter om att redovisningarna inte var tillräckligt tydliga, samt att de tyckte det var svårt att lyssna och anteckna samtidigt. Därtill kommenterade några elever att de tyckte det var intressant att få prova på att använda laborationsinstrument som brukas i industrin och inom forskning, formulerat som "på riktigt". Återigen tillkommer kommentarer om att redovisningen inte var tillräckligt lyckad, och någon enstaka kommentar om att laborationen inte var så rolig att delta i.

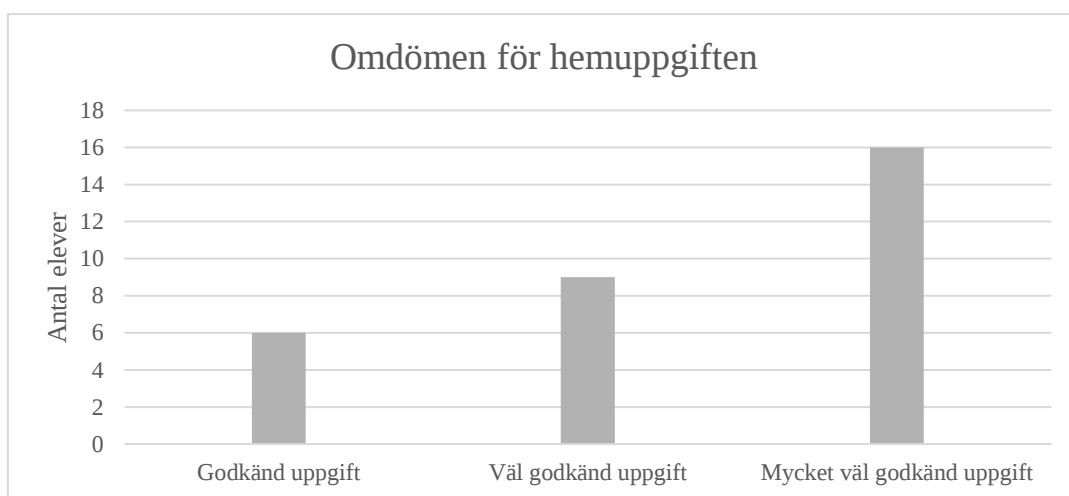
Antal fritextsvar: 29

Ett av de teman som gick att finna var att ett flertal elever uppskattade att få variation i undervisningen. Med variation verkar vissa elever mena att momentet i helhet skiljde sig från elevernas vardagliga undervisning, men också att momentet i sig innehöll flera olika arbetssätt och uppgifter. Ett annat tema som återfanns var att vissa tyckte att det var roligt att få arbeta med samhällsproblem i samband med kemi och naturvetenskap. Att byta studiemiljö beskrevs främst som "roligt". Som tema går också att finna kommentarer som är kopplade till elevernas prestation på hemuppgiften. En elev har också kommenterat att hemuppgiften skulle behövt förklaras noggrannare när den delades ut.

Antal fritextsvar: 12

5.1.2 Analys av hemuppgiftsresultatet

Under denna rubrik följer en sammanfattad innehållsanalys av det som eleverna har skrivit om i sina uppgifter. Följande stapeldiagram (se "Figur 4") representerar antalet och fördelningen av respektive omdöme som eleverna kunde tilldelas för sitt arbete med hemuppgiften. Uppgiftsinstruktioner samt bedömningskriterier finns bifogade (se "Bilaga nr. 6"). De möjliga omdömena eleverna kunde få på uppgiften var *godkänd uppgift*, *väl godkänd uppgift* samt *mycket väl godkänd uppgift*.



Figur 4 – Sammanställning över elevernas omdömen på hemuppgiften

Som går att avläsa ur *Figur 4* (se ovan) presterade eleverna generellt på en hög nivå, och många elever fick högsta omdömet tilldelat sitt arbete. Gällande beskrivning av analysteknikerna förekom en del mindre felaktiga formuleringar och missförstånd i elevernas texter, men generellt hade eleverna förstått de grundläggande principerna för hur instrumenten fungerade. Elevernas uppgifter finns av etiska och praktiska skäl ej bifogade i denna rapport.

I beskrivningen av hur spektrofotometern fungerade hade vissa elever svårt att använda begreppet våglängd, och beskrev istället att en viss färg absorberades. Några elever beskrev också felaktigt att ett visst ämne hade en specifik absorbans, istället för att beskriva hur ämnen absorberar ljus av specifika våglängder. Dock hade nästan alla elever förstått att absorbans är proportionellt mot koncentration, och angett korrekt beskrivning av hur spektrofotometri kan användas både för kvalitativ och kvantitativ analys. Generellt gjorde även de elever som fördjupade sig i spektrofotometri/pH-laborationen korrekta och välformulerade beskrivningar av hur försurning och övergödning uppstår. Dock kallade vissa elever näringsämnen såsom nitrater och fosfater för "miljögifter", vilket inte är en korrekt benämning för dessa ämnen, även om de i överskott får stor påverkan på vår miljö.

I beskrivningen av hur de kromatografiska instrumenten fungerade hade alla elever formulerat sig väl utifrån vilka aspekter separation sker i HPLC respektive GC, och att man i GC separerar ämnen i gasform, medan i HPLC så separeras ämnen som är i vätskeform eller

som är lösta i vätska. De hade bra förståelse för hur polära stationärfaser binder polära analyter. Det som några elever inte insåg var att i HPLC så kan analyten även binda till mobilfasen, utan resonerade istället som i fallet med GC, att mobilfasen inte interagerar med analyten. Vissa elever hade även missförstått och tolkat begreppet "fas" som ett specifikt tidsspänn, att först skedde den mobila fasen och därefter den stationära fasen, och inte att det är själva ämnet som kallas för fas i detta fall. De flesta elever kunde också beskriva på ett korrekt och förenklat sätt hur MS:en respektive UV-detektorn kunde detektera analyterna. Majoriteten av eleverna formulerade sig väl kring hur utsläpp av miljögifter och miljöfarliga ämnen kan få kraftig påverkan på olika ekosystem. De kunde dels beskriva hur bioackumulation av miljögifter sker, och inse att miljögifter och miljöfarliga flyktiga organiska föreningar kan få stor spridning och att dessa dessutom ofta är stabila föreningar som inte bryts ner. Några elever beskrev också hur utsläpp av dessa föreningar kan bidra till bildning av marknära ozon, vilket ger bidragande växthuseffekt samt kan skada växlighet. Det som dock gick att se som trend var att många elever, i samband med att de beskrev miljöproblem kopplade till kromatografilaborationer, även diskuterade utsläpp av växthusgaser och kom även in på teori om övergödning och försurning. Detta var egentligen inget som var tänkt att beröras under de kromatografiska laborationerna, utan dessa skulle avgränsas till att beröra miljögifter och miljöfarliga utsläpp. De elever som gjorde detta beskrev visserligen ofta dessa fenomen på ett tydligt och korrekt sätt, men en slutsats från detta är att miljödiskussionen i samband med dessa två laborationer antagligen kan ha upplevts av eleverna som lite oklar.

Gällande "Del 2" i hemuppgiften gjorde de flesta elever ett bra jobb att resonera kring potentiella lösningar på olika miljöproblem och problematisera dessa utifrån *ekonomiskt*, *socialt* och *ekologiskt perspektiv*. Vissa elever hade främst sökt svar från andra källor, medan andra tänkt mer kreativt och självständigt. Ett resultat av detta är att det går att ifrågasätta genomförbarheten i många av elevernas lösningsförslag, då dessa framstår som mer eller mindre realistiska. Detta var dock inget som jag lät spela roll i bedömningen. Detta eftersom uppgiften hade till syfte att låta eleverna träna sig på att resonera utifrån alla perspektiven samtidigt och väga potentiella för- och nackdelar mot varandra. Att resonera kring vad för typ av teknologi, lagstiftning eller internationella överenskommelser som faktiskt skulle kunna vara möjliga i framtiden var inte vad något som efterfrågades i uppgiftsbeskrivning. I samband med denna del av texten uttryckte många elever allvaret i de kilmathot som finns idag och påpekade hur viktigt det är att faktiskt börja bearbeta dessa så snart som möjligt. Många resonerade också kring hur framtiden skulle kunna se ut ifall vi inte gör något för att lösa klimatkrisen, också då utifrån ett mångdimensionellt perspektiv.

5.1.3 Jämförelse av data

Den generellt höga skattningen av och kommentarerna kopplade till påstående 1 och 2 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") korrelerar väl med de generellt höga resultaten på hemuppgifterna. Oavsett vilket omdöme som eleverna har fått på sin uppgift så lyckades alla beskriva någon typ av miljöproblem som uppstått till följd av olika kemiska processer, som i sin tur skett på grund av människans utsläpp och tillförsel av olika kemiska föreningar i naturen. På samma sätt uppvisade alla eleverna förmågan att kunna resonera kring och ta ställning till hur vi människor kan bemöta dessa kilmathot utifrån ett hållbarhetsperspektiv. Den generellt höga skattningen för påstående 3 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") korrelerar också väl med resultatet för hemuppgiften. Detta då alla elever har använt sig av begreppen "kvalitativ" och "kvantitativ" på ett korrekt sätt och redogjort för olika typer av kemisk analys.

Gällande hur skattningen för påstående 4 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") korrelerat med resultatet för hemuppgiften kan detta bara göras i de fall där eleverna valde att inkludera den laboration som berörde syrabas, och pH-begreppet. Samtliga elever som har skrivit om denna laboration uppvisar dock god generell förståelse för att koldioxid och svaveloxid löst i vatten bildar syror som i sin tur bidrar till att vattnets pH-värde sänks.

Om man övergår till påstående 5 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") så är skattningarna och kommentarerna för detta påstående svårare att få överblick över på grund av dess spridning, och därmed även svårare att jämföra med hemuppgiftsresultatet. Som tidigare nämnts så har eleverna visat att de har kännedom om att "lika löser lika", kopplat till kemisk bindning, då detta framkommer i deras hemuppgifter. Där beskriver flera eleverna också hur stabila föreningar är svårnedbrytbara och därmed kan ansamlas i olika ekosystem. Trots relativt låga skattningar visar alltså eleverna sig besitta en del av de ämneskunskaper som kan kopplas till målet. Att elevernas skattningar ändå var förhållandevis låga jämfört med skattningarna för de andra påståendena kan snarare ha med hur målet är formulerat att göra, vilket kommer att diskuteras vidare längre fram i texten (se "6.1.1 Didaktiska...").

6. Diskussion

6.1 Diskussion utifrån den första frågeställningen

I vilken utsträckning uppnådde kursmomentet de mål som finns angivna i det centrala innehållet och kunskapskraven för kurs Kemi 1?

För att undersöka denna frågeställning används den data som erhöles från enkätens samtliga påståenden samt hemuppgiften. I diskussionen kommer jag också argumentera för potentiella revideringar av kursmoment, för att stärka dess korrelation till dessa mål.

6.1.1 Didaktiska implikationer från enkät- och hemuppgiftsresultaten

En generell sammanfattning av skattningarna och de teman som identifierades till påstående 1 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") från enkätundersökningen indikerar att kursmomentet har bidragit till att eleverna har utvecklat förståelse för kemins betydelse för klimat och miljö. Samtliga elever lyckades även i hemuppgiften redogöra för detta på en tillfredställande nivå (se "5.1.2 Analys av...").

Att eleverna upplevde sig ha olika bredd av kunskaper inom området är egentligen inget som påverkar hur väl kursmomentet korrelerar med målet, då detta inte var något som specificerades inför undersökningen. Dock kan det anses att det mest framgångsrika hade varit om eleverna ansåg sig både erhålla spetskunskaper om ett specifikt område samtidigt som de upplevde sig ha övergripande kunskaper om alla de miljöproblem som berördes under momentet. För att uppnå detta hade eleverna kunnat ombedjas att reflektera mer över detta i samband med redovisningen. Då hade eleverna under planeringsfasen kunnat tillgodogöra sig spetskunskaperna om de klimatproblem deras dellaboration berörde. Hade det sedan presenterats tydligt av varje elevgrupp under redovisningen, hade åhörande grupp kunnat skaffa sig övergripande kunskaper utifrån att lyssna på sina kamraters presentationer.

En generell sammanfattning av skattningarna och de teman som identifierades till påstående 2 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") från enkätundersökningen indikerar att

kursmomentet har bidragit till att eleverna, från en naturvetenskaplig utgångspunkt, kan delta i samhällsdebatten och diskutera etiska frågor och ställningstaganden, till exempel frågor om hållbar utveckling. Samtliga elever lyckades också i hemuppgiften redogöra för detta på en tillfredställande nivå (se "5.1.2 Analys av..."). Dock uttryckte sig vissa elever vara osäkra på till vilken grad de behärskade detta. För att möjliggöra för eleverna att få en säkrare uppfattning om sin förmåga hade denna färdighet behövt provas under momentets gång. Att tillföra ett delmoment som tillåtit eleverna att exempelvis debattera olika frågeställningar hade möjligen kunnat vara en lösning på detta. Detta hade också gjort att detta mål getts mer utrymme, vilket vissa elever efterfrågade.

En generell sammanfattning av skattningarna och de teman som identifierades till påstående 3 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") från enkätundersökningen indikerar att kursmomentet har ökat elevernas kunskaper om olika kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys, även om ett fåtal elever uttrycker sig osäkra om detta. Samtliga elever lyckades i hemuppgiften redogöra för detta på en tillfredställande nivå (se "5.1.2 Analys av..."), vilket motsäger de elever vars skattningar till detta påstående var låga. I hemuppgiften framkom dock vissa mer frekvent förekommande missuppfattningar som eleverna hade. För att stärka elevernas kunskaper kopplade till målet, och därmed kursmomentets korrelation med målet, skulle vissa ändringar behöva genomföras, just för att undvika dessa missförstånd. Exempelvis skulle begreppet våglängd behövt förtydligas, exempelvis genom att tydligare presentera bakgrundsfakta om ljus i början av laborationen. En annan förbättring som också hade kunnat göras är att tydligare förklara att "fas" inte är ett tidsspänn utan att själva ämnena kallas fas. Det skulle även behövt framkomma tydligare att en skillnad mellan HPLC och GC är att analyten i HPLC faktiskt kan binda till mobilfasen, till skillnad från i GC. Detta hade kunnat diskuteras ytterligare, exempelvis i samband med redovisningen.

En generell sammanfattning av skattningarna och de teman som identifierades till påstående 4 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") från enkätundersökningen indikerar att kursmomentet inte fullt ut lyckades beröra syrabasreaktioner, inklusive pH-begreppet, i den utsträckning att alla eleverna upplevde att deras kunskaper om detta förstärktes. De elever som valde att beskriva den dellaboration som kopplade till detta delmål i sin hemuppgift redogjorde dock för dessa begrepp på en tillfredställande nivå (se "5.1.2 Analys av..."). För att öka korrelationen mellan kursmomentet och detta delmål skulle man behöva försäkra sig om att begreppen berördes mer tydligt under redovisningen, så att även de elever som inte deltog i den dellaborationen upplevt tydlig redogörelse kring begreppen. Eleverna som redovisade om dellaborationen i fråga, borde ha fått tydligare riktlinjer kring hur mycket utrymme dessa begrepp skulle behöva ha fått. En annan revidering som skulle kunna gjorts är att jag som lärare, vid sammanfattning av elevernas redovisning, hade kunnat förklara dessa begrepp tydligare. Ett annat alternativ är att göra det obligatoriskt för eleverna att skriva om denna dellaboration i hemuppgiften, då de då skulle få anledning att fördjupa sig i dessa begrepp. Därtill borde jag som lärare förtydligat att det inte var avsett att eleverna skulle förstå begreppen på ett djupare plan än att pH-värdet anger om en vattenlösning är sur eller basisk och att om syra tillsätts till vatten kommer vattenlösningen försuras samt att pH-värdet därmed då sjunker. På samma sätt borde jag som lärare förtydligat att eleverna inte förväntades kunna ange exakta reaktionsformler för dessa reaktioner, utan istället känna till mer övergripande att om exempelvis koldioxid löses i vatten bildas kolsyra som i sin tur då försurar vattnet. Hade detta gjorts hade möjligen fler elever upplevt att detta delmål berördes under kursmomentet, och skattat annorlunda.

En generell sammanfattning av skattningarna och de teman som identifierades till påstående 5 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") från enkätundersökningen indikerar att kursmomentet inte fullt ut lyckades beröra kemisk bindning och dess inverkan på exempelvis förekomst, egenskaper och användningsområden för organiska och oorganiska ämnen i en sådan utsträckning att alla eleverna upplevde att deras kunskaper om detta förstärktes. Som tidigare nämnts så kan detta ha med målformuleringen att göra. Samtliga

elever behövde fördjupa sig i minst en kromatografisk laboration i hemuppgiften. Där framkom att eleverna hade insikt i hur separationen av analyterna skedde utifrån de temporära bindningar som uppstår i kolonnen, där "lika löste lika". Eleverna visade också förståelse för att förekomsten av vissa ämnen kan bli hög ifall ämnet i sig är stabilt och inte kan brytas ner (se "5.1.2 Analys av..."). Problemet med att få med alla aspekter i målformuleringen är att exempelvis så diskuterades aldrig vilka typer av bindningar eller strukturer som faktiskt gör dem stabila. Ämnens kokpunkt diskuterades kortfattat i GC-laborationen med koppling till molekylers storlek, men inte i förhållande till intermolekylära bindningar. Generellt diskuterades inte heller användningsområden för olika ämnen, utom i fallet med växtnäringsämnena. Därmed kan slutsatsen dras att eleverna i hemuppgiften visar att de delvis besitter de kunskaper som presenteras i påståendet, åtminstone i den utsträckning som detta ämnesområde faktiskt berördes.

Således har jag i efterhand insett att detta mål eller påstående skulle behöva omformuleras för att ge eleverna en rättvis möjlighet att skatta sina kunskaper, alternativt att tydligare koppla laborationerna till just detta mål. Så som laborationen utfördes vid detta tillfälle hade inte eleverna förutsättningar att lära sig alla de kunskaper som målet efterfrågade. Detta mål bör specificeras på ett sätt som gör att det relaterar tydligare till det ämnesinnehåll som gicks igenom i samband med kromatografilaborationerna. Målet är i sin nuvarande formulering brett, vilket kan ha försvårat för eleverna att skatta i vilken utsträckning målet berördes. Eleverna kan också ha förvirrats av att användningsområden för vissa specifika kemikalier utifrån kemisk bindning inte diskuterades, och då skattat lågt även om de ansåg att resten av målet berördes. En bättre formulering av målet hade varit "kursmomentet berörde kemisk bindning och dess inverkan på exempelvis förekomst och egenskaper för organiska och oorganiska ämnen". Man hade också kunnat vara tydligare med att berätta för eleverna att kemisk bindning har en betydande roll för laborationen, och att det faktiskt är kemisk bindning man menar med att säga "lika löser lika". Det kunde också ha varit gynnsamt att inleda de kromatografiska dellaborationerna med att fråga eleverna vilka inter- och intramolekylära bindningstyper de diskuterat tidigare i undervisningen och repetera dessa. En förbättring av GC-laborationen kunde vara att fördjupa diskussionen kring varför vissa föreningar är stabila och prata om intermolekylära bindningar i samband med att kokpunkter diskuterades i. Eleverna som redovisade om dessa dellaborationen i fråga, borde i sina instruktioner ha fått tydligare riktlinjer kring i hur stor omfattning kemisk bindning skulle diskuteras vid tillfället.

Ytterligare vidareutveckling av kursmomentet som kan göras utifrån elevernas kommentarer från enkäten är exempelvis att eleverna efterfrågade att få delta i alla dellaborationer, vilket jag anser hade kunnat förbättra kursmomentet och bidra till elevernas kunskapsutveckling. Det kan tänkas att eleverna upplevt inläringen roligare och lättare om de fått delta på alla laborationer utöver att, eller istället för att, lyssna till sina klasskamraters redovisningar, enligt deras kommentarer. Anledningen till att detta inte gjordes från första början var på grund av tidsbrist. Laborationerna hade också kunnat erbjuda mer praktiskt "hands-on" arbete för eleverna. Metoderna för kromatografilaborationerna hade kunnat förbättrats, så eleverna fått kromatogram av högre kvalitet att analysera. Hade fler analyser gjorts hade det möjliggjort för eleverna att arbeta mer aktivt med instrumenten. Syrabas-laborationen skulle också kunnat göras om så att eleverna utförde experimentet istället för att få det demonstrerat för sig. Detta är dock något som skulle ha krävt större riskhantering än på det sätt som laborationen nu utfördes. Eleverna ansåg att alla kursmomentets delar varit lärorika och upplevts relevanta, om än att viss kritik riktats gentemot redovisningsmomentet. Att eleverna skulle kunna ha fått mer lektionstid på sig att planera sina redovisningar skulle eventuellt kunna höjt kvaliteten på redovisningarna, eller om de hade kunnat utföras i mindre tvärgrupper för att möjligen underlätta för eleverna att presentera sitt material på ett tydligare sätt. Hade eleverna

kunnat få ut så pass mycket information av sina klasskamraters redovisningar som jag föreställt mig hade de kanske inte efterfrågat ett förtydligande och sammanfattat material av laborationsinnehållen. Att presentera exempel på vad analysverktygen möjliggjort för forskningen är en bearbetning som okomplicerat skulle kunna implementeras i momentet. Också att plocka ut exempel på reaktioner som ägde rum eller på annat sätt var relevanta för en laboration är också information som enkelt skulle kunna adderas till dellaborationerna.

6.1.2 Sammanfattning av diskussion kopplad till den första frågeställningen

Sammanfattningsvis påvisar undersökningen att kursmomentet korrelerar väl med de mål som fanns angivna vilka baserades på det centrala innehållet och kunskapskraven i kurs Kemi 1, även om det givetvis finns utrymme för förbättring. Dock måste sägas att, för att kunna avgöra mer exakt i vilken utsträckning kursmomentet har bidragit till elevernas kunskaper, hade elevernas förkunskaper behövt testas innan kursmomentet påbörjades. Även om kommentarerna till de olika påståenden indikerar inom vilka kunskapsområden eleverna redan hade en del kunskap och att eleverna ändå verkar överens om att kursmomentet bidragit till att de vidareutvecklat dessa, går det inte att dra några helt säkra slutsatser kring vilka kunskaper som är till kursmomentets förtjänst. Att detta inte gjordes hade som främsta anledning att jag inte bedömde att det fanns tillräckligt med tid för att undersöka detta.

6.2 Diskussion utifrån den andra frågeställningen

I vilken utsträckning kan man utifrån undersökningen hävda att eleverna, efter att ha deltagit i momentet, erhåller de färdigheter som Scientific Literacy förespråkar och som arbetet med SNI-frågor är tänkt att generera?

Denna frågeställning kommer att diskuteras i tre olika delar, där huruvida eleverna erhåller färdigheter kopplade till SL kommer utvärderas utifrån två olika beskrivningar av begreppet, som båda har presenterats tidigare i rapporten (se "1.2 Scientific Literacy"). Därefter kommer jag redogöra för vad arbetet med SNI-frågor verkar ha genererat för typ av insikter och kunskaper hos eleverna.

6.2.1 Diskussion utifrån PISA:s definition av Scientific Literacy

Utifrån Pisas definition av SL (se "1.2 Scientific Literacy") anser jag att eleverna påvisat sig ha följande färdigheter som stämmer överens med kvaliteter som definitionen efterfrågar:

Eleverna fick ökad insikt i hur olika kemiska processer kan betraktas som ibland både bov och lösning till hur olika miljöförstörande processer och klimathot utvecklar sig i framtiden. Eleverna har också fått ökad insikt i hur man kan identifiera potentiella klimatfaror utifrån analytisk kemi. Eleverna erhåller nu en del av den fakta, förståelse och förklaringar som behövs för att kunna försäkra sig om att dessa miljöfarliga processer faktiskt sker runt om på vår jord och varför. Dessa kunskaper identifierades under granskningen av hemuppgifterna (se "5.1.2 Analys av...") och under den redovisning eleverna höll.

6.2.2 Diskussion om kursmomentets Vision I och II-innehåll

Utifrån beskrivningarna som Shen (1975), Roberts (2007) samt Lundqvist, Säljö, & Östman (2013) gör av SL (se "1.2 Scientific Literacy") anser jag att eleverna påvisat sig ha följande färdigheter som stämmer överens med kvaliteter som beskrivningarna efterfrågar:

Påstående nummer 1 samt 3–5 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") omfattar de mål som jag anser representerar ett Vision I-innehåll. Som jag redan tidigare argumenterat för så behärskade alla elever detta ämnesinnehåll, om än på olika nivåer. Således dras slutsatsen från undersökningen att eleverna efter utfört kursmoment erhåller kunskaper om begrepp, definitioner, arbetsmetoder och teorier som kan räknas som grundläggande ämnesinnehåll. För att stärka elevernas kunskaper inom Vision I-innehåll ytterligare anser jag att de åtgärder och revideringar som presenterats tidigare i samband med föregående frågeställning även i detta fall skulle kunna gynna ett mer framgångsrikt utfall.

Påstående nummer 2 (se "5.1.1 Innehållsanalys...") omfattar de mål som jag anser representerar ett Vision II-innehåll och som stämmer överens med de kvaliteter som presenterades som medborgerligt/civilt perspektiv av SL. Detta då eleverna under hemuppgiften påvisade förmåga och kunskaper att just kunna diskutera miljöfrågor både utifrån naturvetenskapliga förklaringsmodeller, men även med ett tydligt samhällsperspektiv. Under utförandet av hemuppgiften fick eleverna också träna på samhällsvetenskapliga frågor av komplex karaktär, som krävde mångdimensionell analys och inte erhöll några "rätta eller felaktiga svar", när de reflekterade kring de förslag de angav på lösningar av olika miljöproblem utifrån socialt, ekologiskt samt ekonomiskt perspektiv. Framförallt gjorde de elever som fick ett högre omdöme på sin uppgift detta utförligt. För att stärka elevernas kunskaper inom Vision II-innehåll ytterligare anser jag att de åtgärder och revideringar som presenterats tidigare i samband föregående frågeställning även i detta fall skulle kunna gynna ett mer framgångsrikt utfall.

6.2.3 SNI-undervisning i samband med hemuppgiften och kursmomentets övriga delar

Utifrån beskrivningen som Ekborg et al. (2007) anger för arbetet med SNI-frågor (se "1.3 Naturvetenskaplig...") anser jag att eleverna påvisat sig ha följande färdigheter som stämmer överens med kvaliteter som beskrivningen efterfrågar:

Eleverna behärskar att, utifrån principer för hållbar utveckling, diskutera olika miljöproblem, vilket påvisas i resultatet av elevernas hemuppgifter. Således har eleverna bevisat sig erhålla de färdigheter som SNI-undervisningen har för syfte att bygga upp, nämligen färdighet att diskutera och ta ställning i samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll. En målsättning med SNI-frågor i skolan är att göra ungdomar till "bättre" framtida beslutsfattare, då deras analyser och värderingar kan tänkas bli mångdimensionella. Med koppling till den diskussion som fördes gällande ovanstående frågeställning var det under arbetet med hemuppgiften som eleverna fick möta någon typ av intressekonflikt, i samband med när de reflekterade kring de förslag de angav på lösningar av olika miljöproblem utifrån ett hållbarhetsperspektiv. I det läget fick eleverna träna på att argumentera utifrån de olika perspektiven vad de ansåg om ett visst fall, vilket alla elever gjorde på tillräckligt tillfredsställande nivå för att få sin uppgift godkänd. De förhållandevis många elever som fick ett högre omdöme på sina uppgifter använde dessutom väl underbyggda och tydliga argument i sina texter.

Vidare var det vissa elever som i enkäten kommenterade att kursmomentet gjort att de börjat resonera mer kring sitt eget klimatavtryck, vilket kan anses vara en bra utveckling, då en målsättning med just SNI-frågor är att främja ett personligt engagemang för de ämnen som berörs och att kunskaper som upplevs som personligt meningsfulla. En annan kommentar från eleverna var att det var roligt att få arbeta med samhällsproblem i samband med kemi och naturvetenskap, vilket också kan tolkas som att de fann arbetet stimulerande (se "5.1.1 Innehållsanalys...").

Utifrån enkäten och påstående 2 (se "5.1.1 Innehållsanalys..."), som också kan kopplas till SNI-undervisning, efterfrågade dock eleverna att både att dessa frågor borde ha fått större utrymme och att de hade velat undersöka sin förmåga att argumentera dessa ytterligare. Därmed kan tänkas att, för att ytterligare stärka elevernas SNI-kopplade färdigheter, kursmomentet borde bearbetas utifrån de slutsatser som drogs i samband med diskussionen av första frågeställningen kopplat till detta påstående.

6.2.4 Sammanfattning av diskussion kopplad till den andra frågeställningen

Sammanfattningsvis påvisar undersökningen att kursmomentet korrelerar väl med de mål som fanns angivna vilka kan kopplas till SL samt SNI-undervisning, även om det givetvis finns utrymme för förbättring. Dock måste sägas att, likväl som i fallet med den första frågeställningen, för att kunna avgöra mer exakt i vilken utsträckning kursmomentet har bidragit till att eleverna erhåller dessa färdigheter, skulle man behövt undersöka innan kursmomentet påbörjades ifall eleverna redan hade dessa eller ej. Även om kommentarerna till de olika påståenden indikerar inom vilka kunskapsområden eleverna redan erhölet vissa färdigheter och att eleverna ändå verkar överens om att kursmomentet bidragit till att de vidareutvecklat dessa, går det inte att dra några helt säkra slutsatser kring vilka färdigheter som är till kursmomentets förtjänst. Att detta inte gjordes var på grund av samma anledning som tidigare har nämnts, nämligen att jag inte bedömde att det fanns tillräckligt med tid för att undersöka detta.

6.3 Diskussion utifrån den tredje frågeställningen

Vilka slutsatser kan dras från den didaktiska process som har skett i samband med utvecklingen och genomförandet av detta kursmoment och som kan vara till nytta för kemilärare på gymnasiet?

Tidigare under diskussionsavsnittet har ett antal potentiella revideringar av kursmomentet föreslagits. Detta för att möjliggöra en starkare kunskapsutveckling hos eleverna, och öka korrelationen mellan kursmoment och dess angivna mål. Dessa idéer anser jag vara en del av de slutsatser jag nått utifrån att utvärdera den didaktiska processen, och som jag därför vill nämna i diskussionen för denna frågeställning. Däremot kommer jag i detta avsnitt även ta upp tankar som inte endast handlar om förändring av något i kursmomentens olika delar, utan som snarare sammanfattar utformnings- och utförandeprocessen från början till slut, och de insikter som nåtts under arbetes gång. Framförallt kommer jag nedan fördjupa mig i hur jag fann det att arbeta utifrån en didaktisk modell och ett diskursramverk och det svåra i att göra avvägningar kring hur mycket innehåll man ska inkludera i sin undervisning och vilken tidsåtgång detta ska få ha.

Jag beslutade mig redan i tidigt planeringsskede för att jag vill utgå från någon form av didaktisk modell för att organisera undervisningen, vilket är något jag argumenterat för tidigare i denna rapport (se "3.1 Didaktiska modeller"). I samband med att jag började fördjupa mig i Bybee's 5 E-modell fann jag den artikeln som presenterade det diskursramverket som var utformat utifrån modellen, och valde att även använda mig av det när jag organiserade undervisningen. Min upplevelse var att denna modell var förhållandevis lätt att tillämpa och hade ett lyckat resultat. Dock, för att kunna hävda mer säkert hur väl 5 E-modellen lämpade sig för denna typ av undervisningssekvens, skulle man i princip behöva formulera om kursmomentet utifrån någon annan didaktisk modell, men behålla samma målsättning med det, och sedan jämföra resultatet. Detta anser jag skulle vara av föga intresse för mig i min framtida roll som lärare, utan jag resonerar snarare att det kan vara lämpligt att variera och prova olika modeller att utgå från vid sin undervisningsplanering. Skulle jag vid något annat tillfälle utforma ett nytt kursmoment, skulle jag istället då kunna undersöka utfallet av att utgå från en annan modell, snarare än att organisera om ett och samma. Gällande det diskursramverk som användes upplevde jag både positiva och negativa effekter. Som tidigare nämnt är jag nöjd med att jag utgick från någon typ av riktlinjer kring hur jag som lärare skulle organisera kommunikationen i klassrummet och under laborationsmomentet. Detta då jag anser att det, framförallt som oerfaren lärare, ibland kan vara svårt att bedöma när det är läge att själv som lärare förse eleverna med idéer och förklaringar, eller när det är mer givande att låta dem fundera självständigt och diskutera med varandra. Att hela tiden ha ramverket i åtanke vid undervisningen gjorde att jag reflekterade mycket kring detta, vilket jag anser var lärorik och givande.

Dock var det mycket svårare än vad jag hade föreställt mig att helt styra diskursen utifrån en mall, och det höll inte hela vägen genom alla delmoment. Exempelvis, under redovisningsmomentet, upplevde jag att det var svårt att inte ta för mycket samtalsutrymme, när redovisningarna skulle sammanfattas och vissa "frågetecken" redas ut. Den delen av det momentet tenderade att gå mot icke-interaktiv snarare än interaktiv diskurs. Detta förvärrades av att vi dessutom drabbades av viss tidsbrist, och jag som lärare kände mig stressad att hinna förmedla allt jag önskade till eleverna. Därmed kan jag också anse att det till viss del var överskattat att ge detta ramverk så pass mycket utrymme och inflytande som jag ändå gjorde under mitt arbete, då det ändå blev för svårt att förhålla sig till. Dessutom hade jag inte heller kontroll över detta under laborationsmomentet, då jag endast höll i en av tre dellaborationer, och mina studiekamrater höll i de övriga två. En idé för framtiden är möjligen att prova att tillämpa någon annan typ av diskursramverk, som är lättare att följa, i min undervisning, och kanske utgå från detta då under enstaka lektioner eller lektionssekvenser, för att också lättare kunna utvärdera resultatet av det.

Under detta arbete resonerade jag mig fram till olika didaktiska avvägningar, som inte alla var lätta att bestämma sig kring. Den svåraste avvägningen var att planera utifrån och förhålla sig till en mycket begränsad tidsram, i förhållande till allt jag ändå ville hinna med. Jag var från början bestämd kring det faktum att kursmomentet inte fick ta mer tid än 3–4 ordinarie lektionstillfällen, samt ett laborationstillfälle. Detta då det endast var en av alla klasser på skolan som deltog i kursmomentet, och jag som deras lärare inte ville att deras undervisning skulle avvika för mycket från de övriga klassernas. Många av de förslag som angivits på förbättringar av kursmomentet skulle komma att kräva mer tid till att utföra det. Exempelvis hade redovisningsmomentet kunnat ha blivit mer lyckat om eleverna haft längre tid på sig att planera sina presentationer, haft längre tid på sig att presentera och ha fått möjlighet att gå igenom sina presentationer med mig som deras lärare innan de hölls. Laborationsmomentet hade också kunde inkludera mer av det innehåll som eleverna efterfrågade, om tillfället tillätits ta längre tid. Detta är några av de didaktiska beslut jag möjligen skulle vilja korrigera i efterhand, om tillfället att hålla kursmomentet igen skulle

uppstå. Dock gör det också att jag som lärare i större utsträckning bör ifrågasätta hur effektivt kursmomentet faktiskt kan anses vara, om man betraktar dess tidsåtgång i förhållande till vad eleverna faktiskt lär sig på att delta i det, vilket också är en typ av didaktisk avvägning.

En annan möjlig förändring att genomföra för att begränsa tidsåtgången är att reducera den mängd information jag hade för ambition att inkludera. Exempelvis hade jag kunnat låta momentet endast behandla ett eller möjligen två olika miljöproblem, och utforma alla laborationerna att vara anknutna till detta/dessa. Jag hade också kunnat specificera för eleverna att endast fokusera på detta/dessa i sina hemuppgifter, istället för att låta dem bestämma fritt vad de ville skriva om. Detta hade dels gjort momentet smidigare att undervisa, lättare för eleverna att ta till sig av, samt, besvarat den efterfrågan vissa elever hade att få fördjupa sig mera inom vissa områden, vilket framkom under enkätundersökningen. Min ambition var att förse eleverna med mer ytliga men bredare kunskaper om olika klimatproblem, men resultatet har visat att, även om detta lyckades till stor del, hade den typen av undervisningsupplägg behövt mer tid för att hållas på bästa sätt.

Som avslutande ord vill jag sammanfattningsvis beskriva att jag har nått många insikter och lärt mig oerhört mycket som jag kommer ha nytta av som min framtida roll som lärare, i samband med genomförandet av detta arbete. De främsta lärdomarna är kanske att olika didaktiska modeller och ramverk är att bra stöd för planering av undervisning, men att de inte alltid är enkla att implementera i undervisningen samt att allt man vill göra nästa alltid tar längre tid än vad man till en början har trott.

7. Slutsatser

- Kursmomentet korrelerar väl med de mål som fanns angivna vilka baserades på det centrala innehållet och kunskapskraven i kurs Kemi 1, även om det finns utrymme för förbättring och ökad korrelation, om kursmomentets innehåll bearbetas.
- Utifrån undersökningen kan hävdas att eleverna, efter att ha deltagit i momentet, erhållit de färdigheter som Scientific Literacy förespråkar ska uppnås med undervisningen, även om det finns utrymme för förbättring och ökad korrelation, om kursmomentets innehåll bearbetas.
- Utifrån undersökningen kan hävdas att eleverna, efter att ha deltagit i momentet, erhållit de färdigheter som arbetet med SNI-frågor är tänkt att generera, även om det finns utrymme för förbättring och ökad korrelation, om kursmomentets innehåll bearbetas.
- Genom att analysera den didaktiska process som jag har genomgått under arbetets gång, med att utforma och genomföra "*Kemisk analys och hållbar utveckling*", har jag erhållit relevanta lärdomar som jag kan ha nytta av i mitt framtida arbetsliv, eller andra kemilärare under sitt. Exempel på detta är bland annat hur man kan tänka gällande organisering av innehåll och tidsplanering för denna typ av undervisningsprojekt.

8. Referenser

- Açıışlı, S., Yalcin, S. A. & Turgut, Ü., 2011. Effects of the 5E learning model on students' academic achievements in movement and force issues. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volym 15, pp. 2459-2462.
- Akar, E., 2005. *Effectiveness of 5E learning cycle model on students' understanding of acid-base concepts*, u.o.: Dissertation Abstracts International.
- Bryman, A., 2008. *Samhällsvetenskapliga metoder*. 2:7 red. Stockholm: Liber AB.
- Bybee, R. W., 2009. *The BSCS 5E Instructional Model and 21ST Century Skills*. [Online] Available at: https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
- Clark, J., 2019. *Chemistry LibreText - What Causes Molecules to Absorb UV and Visible Light*. [Online] Available at: [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_\(Physical_and_Theoretical_Chemistry\)/Spectroscopy/Electronic_Spectroscopy/Electronic_Spectroscopy_Basics/What_Causes_Molecules_to_Absorb_UV_and_V](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Spectroscopy/Electronic_Spectroscopy/Electronic_Spectroscopy_Basics/What_Causes_Molecules_to_Absorb_UV_and_V)
- DeBoer, G. E., 2000. Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 Februari, 37(6), pp. 582-601.
- Ejvegård, R., 2009. *Vetenskaplig metod*. 4:1 red. Lund: Studentlitteratur AB.
- Ekborg, M. o.a., 2017. *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet*. 2:1 red. Malmö: Gleerups Utbildning AB.
- FN-förbundet, 2012. *FN & hållbar utveckling, Rio+20*. [Online] Available at: <https://archive.is/kOP9y>
- Görög, S., 2018. *Ultraviolet-Visible Spectrophotometry in Pharmaceutical Analysis*. 1:a red. Florida: CRC Press.
- Hackling, M., Smith, P. & Murcia, K., 2010. Talking Science: Developing a discourse of inquiry. *Teaching Science*, 56(1), pp. 17-22.
- Harris, D. C., 2010. *Quantitative Chemical Analysis*. 8:e red. New York, USA: W.H.Freeman & Company.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N., 2004. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 3 Januari, 88(1), p. 28-54.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N., 2004. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 3 Januari, Volym 88, pp. 28-54.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S., 2006. Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. *NorDiNa*, December, pp. 54-66.
- KTH Sustainability Office, 2019. *Hållbar utveckling*. [Online] Available at: <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/hallbar-utveckling-1.350579>

- Lagergren, T. & Ottoson, P.-O., 2012. *Skolverkets redovisning av nyttan av det internationella arbetet för utbildning för hållbar utveckling*. [Online]
Available at: https://www.skolverket.se/sitevision/proxy/publikationer/svid12_5dfee44715d35a5cdfa2899/55935574/wtpub/ws/skolbok/wpubext/trycksak/Blob/pdf3009.pdf?k=3009
- Lundqvist, E., Säljö, R. & Östman, L., 2013. *Scientific literacy - teori och praktik*. 1:1 red. Malmö: Gleerups.
- McNiff, J., 2013. *Action Research: Principals and Practice*. 3 red. New York: Routledge.
- PISA, u.d. *Scientific Literacy*. [Online]
Available at: <https://www.pisa.tum.de/en/domains/scientific-literacy/>
- Rahman, M. o.a., 2015. Basic Overview on Gas Chromatography Columns. *Analytical Separation Science*, 7 December, pp. 823-834.
- Roberts, D. A., 2007. Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.). i: *Handbook of research in science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 729-779.
- Sabnis, R. W., 2007. *Handbook of Acid-Base Indicators*. 1:a red. Florida: CRC Press.
- Samanidou, V. F., 2015. Basic LC Method Development and Optimization. *Analytical Separation Science*, 7 December, pp. 25-42.
- Shen, B. S. P., 1975. Science Literacy and the Public Understanding of Science. *Communication of Scientific Information*, pp. 44-52.
- Skolverket, u.d. *Skolverket*. [Online]
Available at: <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=1530314731%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DKEM%26tos%3Dgy%26p%3Dp&sv.url=12.5dfee44715d35a5cdfa92a3>
- Wickman, P.-O., Hamza, K. & Lundegård, I., 2018. Didaktik och didaktiska modeller för undervisning i naturvetenskapliga ämnen. *NorDiNa*, 14(3), pp. 239-249.

9. Bilagor

Bilaga 1) Lärarhandledning: *Introduktionslektion*

Introduktionslektion

Som inledning:

- Berätta att eleverna ska få utföra ett kursmoment för att tydliggöra kemins koppling till miljöförstöring, klimatfrågor och hållbar utveckling.
- Berätta att detta görs kombinerat med att eleverna får fördjupa sig inom kemisk analys, där de ska introduceras till några olika analysverktyg som användes inom kemiindustrin.

Ange följande punkter som mål och syfte för kursmomentet:

- Eleverna ska stärka sina kunskaper om kemisk analys
- Eleverna ska stärka sina kunskaper om kemins koppling till miljöförstörande processer
- Eleverna ska stärka sin förmåga att analysera och argumentera utifrån principer för hållbar utveckling.

Ange följande punkter ur "centralt innehåll" för att påvisa kursmomentets koppling till ämnesplanen:

-Analytisk kemi

- Kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys, till exempel kromatografi och titrering.

-Kemins karaktär och arbetssätt

- Ställningstagande i samhällsfrågor utifrån kemiska modeller, till exempel frågor om hållbar utveckling.

-Reaktioner och förändringar

- Syrabasreaktioner, inklusive pH-begreppet.

-Materia och kemisk bindning

- Kemisk bindning och dess inverkan på till exempel förekomst, egenskaper och användningsområden för organiska och oorganiska ämnen.

Ange följande punkter som mål för kursmomentet:

- Eleverna ska få se exempel på hur kemister arbetar inom industri och forskning.
- Eleverna ska få lite variation i undervisningen och förhoppningsvis tycka att momentet blir både roligt och lärorikt.

Ange övergripande delar i kursmomentet:

- Studiebesök (KTH) den: __, kl.: __
- Redovisningsplanering, den: __
- Redovisning, den: __
- Hemuppgift (skrivs hemma utanför schemalagd tid), deadline den: __

Presentera följande miljöproblem kortfattat för eleverna (gör ett urval eller berätta om alla):

- Utsläpp av växthusgaser.
- Försurning av haven.
- Förlust av biologisk mångfald.
- Tillförsel av kväve och fosfor till land och hav (övergödning).
- Utsläpp av miljögifter.

Denna lista är tagen från en artikel skriven av Sverker Sörlin år 2009 publicerade av KTH.

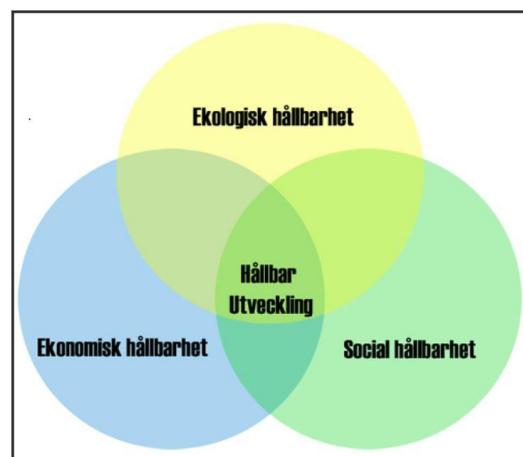
Hämtade från: <https://www.kth.se/aktuellt/nyheter/de-nio-varsta-miljohoten-kartlagda-1.45371>

Kommentar: Här kan man som lärare välja andra klimatproblem eller använda en annan modell för att presentera dessa, exempelvis Rockströms "Planetary Boundaries" eller annan valfri modell.

Presentera följande definition av begreppet "hållbar utveckling" och förklara hur man ska tänka ut ett mångdimensionellt perspektiv utifrån modellen:

Från Brundtlandrapporten, år 1987:

"En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov."



Övergå till kemisk analys och gå igenom följande:

-Presentera vad kemisk analys innebär.

-Presentera vad "kvantitativ" och "kvalitativ" analys innebär.

Avslutande kommentar: Till denna lektion kan det vara lämpligt att sammanställa en Power Point med all information att presentera för eleverna.

Bilaga 2) Lärarhandledning: Laboration 1

Lärarhandledning för laboration med GC-MS

Övergripande beskrivning av laborationen: I denna laboration ska eleverna få lära sig om kromatografi och testa på att använda verktyget GC-MS. För att kunna koppla laborationen till klimathot så som exempelvis utsläpp av miljöfarliga ämnen och minskad biologisk mångfald är det prov som eleverna ska analysera en kosmetisk produkt som innehåller en del föreningar som är hälsovådliga eller dåliga för miljön. Att välja denna typ av produkt att analysera är för att eleverna ska reflektera kring hur utsläpp av olika ämnen både från privatpersoner och industrier kan komma att påverka vår miljö. I samband med diskussionen kring hur separationen i GC går till får eleverna också möjlighet att diskutera kemisk bindning.

Metoden som låg till grund för denna laboration var en som tidigare använts för detektion av etylacetat under tidigare utfört laborativt arbete på KTH. Denna valdes då produkten till stor del innehöll etylacetat och andra föreningar som låg relativt nära i kokpunkt. Innan metoden antogs hade jag undersökt vilka kokpunkter produktens komponenter erhöll, för att få en viss riktlinje vilken temperaturprogrammering som skulle användas. Metoden hade kunnat utvecklats ytterligare för bättre separation, men ansågs duga för ändamålet. Produkten späddes 1:10 med lösningsmedlet hexan, som valdes då det hade en lämplig kokpunkt, strax under alla ämnen i produkten. En opolär kolonn användes.

Riskbedömning: Då laborationen inkluderar farliga kemikalier måste skyddsutrustning så som rock, skyddsglasögon och handskar användas under hela laborationen. Därtill måste kemikalierna hanteras med största försiktighet och i så liten mängd som möjligt. Ytterligare riskmoment är hantering av injektionssprutan som man dels kan sticka sig på eller råka spurta ut vätska från. Denna måste också därmed hanteras varsamt. Man måste även vara försiktigt vid injektionen då området runt injektorn på instrumentet är mycket varmt. Laborationen måste också utföras på väl ventilerad plats för att undvika inandning av ångor. Därtill måste instrumentet med tillhörande utrustning hanteras varsamt, då dessa är dyra och känsliga.

Material: GC-MS-instrument, prov (acetonfri nagellacksborttagning löst i hexan) och injektionsspruta

Utförande:

(Introduktion)

- Berätta för eleverna att de idag ska få titta på ett avancerat analysinstrument för att separera olika föreningar.
- Förklara att eleverna ska få använda verktyget GC-MS, som står för "*Gas chromatography – mass spectrometer*" vilket på svenska översätts till gaskromatografi-masspektrometer.
- Förklara att kromatografiska metoder är just separationsteknik och att separera kan vara nödvändigt för att kunna analysera vilka kemikalier som finns i ett prov. Generellt klarar inte olika instrument av att berätta vad som finns i ett prov som inte på något vis är separerat (ge något exempel).

- Förklara att GC:n separerar ämnen i gasform, och att man därmed bara kan använda den för att analysera flykta analyter (kokpunkt upp till ca 300 °C).
- Förklara att MS:en är en detektor.

(Påbörja sedan själva analysen)

- Injicera referensprovet (6 µl) och berätta att detta innehåller en kosmetisk produkt/hushållskemikalie som är löst i ämnet hexan.
- Berätta att de ämnen man vill analysera i sitt prov kallas analyt. I provet kan de även ingå andra föreningar som man inte är intresserad av, exempelvis lösningsmedel.
- Beskriv sedan instrumentens olika grundläggande delar (injektor, ugn, kolumn samt detektor).
- Förklara sedan att det ämne som transporterar provet genom kolumnen kallas mobilfas, och att kolumnens insida är klädd med ett ämne som kallas stationär fas.

(Beskriv hur separationen sker)

- Berätta att man i GC använder en inert gas som mobilfas, exempelvis helium, som inte reagerar med provet.
- Förklara sedan att man antingen kan använda sig av en polär eller opolär kolumn. Oavsett vilken kolumn som används sker separationen i GC utifrån olika ämnens kokpunkter.
- Förklara hur de ämnen som injiceras först snabbt förångas, sedan kyls och kondenseras, för att därefter succesivt hettas upp igen. Då kommer de ämnen med lägst kokpunkt föras ut i kolumnen först och således nå fram till detektorn snabbast. Förklara också kortfattat vad temperaturprogrammering i detta fall innebär och hur man ska tänka kring det.
- Berätta även hur GC kan separera ämnen utifrån hur polära de är, utifrån principen "lika löser lika", ifall man använder en polär kolumn. Detta sker genom att det kan uppstå dipol-dipol-bindningar inuti kolumnen mellan polära ämnen i provet och stationär fasen. Då bromsas dessa ämnen upp i kolumnen, vilket påverkar retentionstiden, som är den tid det tar för ett ämne att färdas genom kolumnen. I den opolär kolumnen uppstår endast VdW-bindningar mellan stationärfas och ämnen i provet, och dessa uppstår oberoende av polaritet. Dessa bindningar uppstår snarare utifrån de olika molekylernas form också storlek, vilket är samma egenskaper som oftast styr kokpunkt hos ett ämne. Därmed separeras ämnena endast utifrån kokpunkt vid analys med opolär kolumn.
- Berätta sedan att man med hjälp av en detektor kopplad till en dator kommer kunna registrera när något ämne passerat kolumnen och hur ett kromatogram sedan kan ritas upp. Förklara att när det uppstår en "topp" har ett ämne nått detektorn.
- Ge även en förenklad förklaring över hur detektorn fungerar genom att beskriva hur MS:en slår sönder molekylerna till små joniserade fragment som sedan vägs (mass-to-charge). Dessa tillsammans bildar som unika "fingeravtryck" för molekylerna. Dessa fingeravtryck finns sparade i ett bibliotek, så när man har sitt kromatogram kan man analysera topparna och se om de får någon "matchning" i biblioteket, genom att betrakta masspektrumen för den eller de molekylerna som gett upphov till toppen. På så vis kan GC-MS användas för kvalitativ analys.
- Förklara också hur man, om man använder sig av referensprover och skapar en kalibreringskurva, även kan koncentrationsbestämma sin analyt genom att betrakta arean under grafen och jämföra denna med toppar där koncentrationen är känd. Detta då toppens area är proportionell mot koncentrationen.
- Konstatera att GC-MS kan användas för kvalitativ och kvantitativ analys, men att eleverna ska utföra en kvalitativ.

(Praktiskt del)

- Låt eleverna undersöka kromatogramen och masspektrumen och se vilka föreningar de kan hitta i sitt prov.

(Avslutning)

- Avslöja för eleverna vilken produkt de analyserat.
- Förklara sedan utifrån vad produkten innehåller och de ämnen eleverna hittat att många föreningar som finns i "hushållskemikalier" eller kosmetika som går att köpa i vanliga matbutiker inte alltid är bra för miljö och människor.

Miljödiskussion i samband med laborativt momentet:

- GC kan användas för att exempelvis analysera förekomst av miljöfarliga ämnen, exempelvis flyktiga organiska miljögifter.
- Förklara sedan att många av dessa ämnen är stabila föreningar och därför kan ansamlas, både i naturen men också i djur och människor om de råkar förtära dessa.
- Dessa ämnen kan då skada människa, djur och natur och om dessa är flyktiga eller hamnar i vattendrag kan de påverka områden långt från utsläppskällan.
- Vi har inte tillräckligt mycket kunskap för att kunna säga hur alla dessa ämnen på lång sikt kan skada djur och miljö, men de kan påverka exempelvis biologisk mångfald och störa olika ekosystem.
- Dessa föreningar kan också orsaka korrosionsskador på byggnader och liknande.
- Utsläpp av vissa flykta organiska ämnen kan också öka produktionen av marknära ozon, vilket är skadligt för djur och växtlighet, men även kan bidra till växthuseffekten.
- Dra slutsatser om att man med hjälp av GC-MS kan detektera förekomst och halt av exempelvis olika miljöfarliga ämnen. Detta gör att man kan motverka spridning av dessa, genom att undersöka vilka typer av produkter som innehåller dessa.

Avsluta laborationen med att göra en sammanfattning tillsammans med eleverna på tavlan om vad som gått igenom under passet. Inkludera både av principer för instrumentet och analysen men även vad ni kom fram till under miljödiskussionen. Denna sammanfattning är det viktigt att eleverna deltar i och skriver av, för att senare kunna genomföra en redovisning samt skriva en uppgift om laborationsmomentet.

Bilaga 3) Lärarhandledning: Laboration 2

Lärarhandledning för laboration med HPLC

Övergripande beskrivning av laborationen: I denna laboration ska eleverna få lära sig om kromatografi och testa på att använda verktyget HPLC. För att kunna koppla laborationen till klimathot så som utsläpp av miljöfarliga ämnen och minskad biologisk mångfald är det prov som eleverna ska analysera ett extraherat jordprov som innehåller några miljöfarliga ämnen, då platsen som jorden hämtades på förorenats av där tidigare belägna industrier. Som lösningsmedel i provet användes metanol. För att sedan kunna ta reda på vilka ämnen som provet kunde innehålla körs först ett referensprov innehållande olika miljöfarliga föreningar (*Polynuclear Aromatic Hydrocarbon Mix*) också lösta i metanol. Kromatogramet från referensprovet jämförs sedan med kromatogramet från jordprovet, för att undersöka ifall dessa innehåller samma föreningar. I samband med diskussionen kring hur separationen i HPLC går till får eleverna också möjlighet att diskutera kemisk bindning.

Jordprovet togs för ett par år sedan ute på ett misstänkt förorenat område i Norra Djurgårdsstaden i Stockholm, i samband med en annan laboration som utfördes på KTH i kurs *Kemisk analys* som jag själv deltog i som student. Den laborationen ligger till grund för och inspirerade mig till denna laboration i kursmomentet som jag själv utformat. Det var också under denna kurs som provet extraherades. Då proverna fortfarande fanns kvar på KTH användes dessa även till denna laboration. Det var även under laborationen i *Kemisk analys* på KTH som en lämplig metod för körning av referensprovet och jordproverna med HPLC programmerades. Opolär kolonn använde vid analysen. Vill man som lärare på annan en skola utföra denna laboration behöver man alltså först utföra dessa moment innan man kan utföra själva laborationen.

Riskbedömning: Då laborationen inkluderar farliga kemikalier måste skyddsutrustning så som rock, skyddsglasögon och handskar användas under hela laborationen. Därtill måste kemikalierna hanteras med största försiktighet och i så liten mängd som möjligt. Ytterligare riskmoment är hantering av injektionssprutan som man dels kan sticka sig på eller råka spurta ut vätska från. Denna måste också därmed hanteras varsamt. Laborationen måste också utföras på väl ventilerad plats för att undvika inandning av ångor. Därtill måste instrumentet med tillhörande utrustning hanteras varsamt, då dessa är dyra och känsliga.

Material: HPLC-instrument, referensprov, extraherat jordprov och injektionsspruta

Utförande:

(Introduktion)

- Berätta för eleverna att de idag ska få titta på ett avancerat analysinstrument för att separera olika föreningar.
- Förklara att eleverna ska få använda verktyget HPLC, som står för "*high-performance liquid chromatography*". På svenska kallas det vätskekromatografi.

- Förklara att kromatografiska metoder är just separationsteknik och att separera kan vara nödvändigt för att kunna analysera vilka kemikalier som finns i ett prov.
Generellt klarar inte olika instrument av att berätta vad som finns i ett prov som inte på något vis är separerat (ge något exempel)

(Påbörja sedan själva analysen)

- Injicera referensprovet (25–30 μ l) och förklara sedan vad detta innehåller. Förklara sedan vad för typ av prov ni vill undersöka och att ni kommer att jämföra provets innehåll med referensprovet. Injicera provet (25–30 μ l) så fort referensprovet körts färdig. Är metoden för långsam kan man välja att endast köra provet under laborationen, och att ha kört referensprovet innan och sparat dess kromatogram.
- Berätta att de ämnen man vill analysera i sitt prov kallas analyt. I provet kan de även ingå andra föreningar som man inte är intresserad av, exempelvis lösningsmedel.
- Beskriv sedan instrumentens olika grundläggande delar (injektor, pump, kolumn samt detektor).
- Förklara sedan att det ämne som transporterar provet genom kolumnen kallas mobilfas, och att kolumnens insida är klädd med ett ämne som kallas stationär fas, och att dessa påverkar hur ens prov separeras.

(Beskriv hur separationen sker)

- Berätta hur HPLC separerar ämnen utifrån hur polära de är, utifrån principen "lika löser lika", och att man använder sig av mobil- och stationärfas som i motsats i polaritet. Antingen används polär stationärfas och en opolär mobilfas, eller tvärt om.
- Förklara sedan att, om man använder en polär mobilfas, så binder polära ämnen i provet till mobilfasen. Därmed binder de opolära ämnena i sin tur istället till den opolära stationärfasen. Förklara vilken typ av bindning som uppstår i respektive fall, och att i det här fallet kommer de polära ämnena i provet komma fram till detektorn först, medan de opolära bromsas upp i kolumnen. Beskriven även hur det blir tvärt om ifall man använder opolär mobilfas och polär stationärfas.
- Berätta sedan att man med hjälp av en detektor kopplad till en dator kommer kunna registrera när något ämne passerat kolumnen och hur ett kromatogram sedan kan ritas upp. Förklara att när det uppstår en "topp" har ett ämne nått detektorn. Ge även en förenklad förklaring över hur detektorn fungerar (varierar beroende på vilken detektor som används).

(Återkom till provet och jämförelse med referensprovet)

- Förklara hur man genom att jämföra kromatogramet för referensprovet kromatogramet provet kan få en uppfattning om vilka föreningar som provet eventuellt innehåller genom att titta efter toppar som infaller efter samma retentionstid. Förklara också hur man, om man använder sig av referensprover och skapar en kalibreringskurva, även kan koncentrationsbestämma sin analyt genom att betrakta arean under grafen och jämföra denna med toppar där koncentrationen är känd. Detta då toppens area är proportionell mot koncentrationen.

(Praktiskt del)

- Låt eleverna undersöka kromatogramen och se om de kan dra några slutsatser.

(Analystyp)

- Låt eleverna redogöra för vilken del av undersökningen som var kvalitativ respektive kvantitativ.

Miljödiskussion i samband med laborativt momentet:

- HPLC kan användas för att analysera förekomst av miljögifter eller andra miljöfarliga ämne.
- Förklara att många av dessa ämnen är stabila föreningar och därför kan ansamlas, både i naturen men också i djur och människor om de råkar förtära dessa.
- Dessa ämnen kan då skada människa, djur och natur och om dessa är flyktiga eller hamnar i vattendrag kan de påverka områden långt från utsläppskällan.
- Vi har inte tillräckligt mycket kunskap för att kunna säga hur alla dessa ämnen på lång sikt kan skada djur och miljö, men de kan påverka exempelvis biologisk mångfald och störa olika ekosystem.
- Dra slutsatser om att man med hjälp av HPLC kan detektera förekomst och halt av exempelvis olika miljögifter. Detta gör att man kan motverka spridning av dessa, genom att exempelvis sanera drabbade områden.

Avsluta laborationen med att göra en sammanfattning tillsammans med eleverna på tavlan om vad som gått igenom under passet. Inkludera både av principer för instrumentet och analysen men även vad ni kom fram till undermiljödiskussionen. Denna sammanfattning är det viktigt att eleverna deltar i och skriver av, för att senare kunna genomföra en redovisning samt skriva en uppgift om laborationsmomentet.

Bilaga 4) Lärarhandledning: Laboration 3

Lärarhandledning för laboration med Spektrofotometer & pH-indikator

Övergripande beskrivning av laborationen: Denna laborationshandledning beskriver en tvådelad laboration som har för syfte att beröra metod för analys dels av pH-värde, men även med spektrofotometer som instrument. Därtill är laborationen i helhet avsedd att beröra två rådande klimatproblem som hotar jordens marina miljöer och ekosystem och att eleverna ska få kännedom om vilka kemiska processer som är involverade i dessa: *övergödning* och *försurning*. Dellaborationerna kan väljas att utföras i valfri ordning eller helt separerade från varandra.

Spektrofotometrilaborationen

Övergripande beskrivning av dellaborationen: Denna laboration har utformats för att uppnå två syften. Dels att möjliggöra för eleverna att få kunskaper kring hur spektrofotometri fungerar som metod för kemisk analys, men också att för att få kännedom om vad övergödning innebär, hur det uppstår samt vilka konsekvenser det omfattande miljöproblemet kan få för marina miljöer och jordens ekosystem.

Riskbedömning: Laborationen bedöms vara riskfri. Dock är analysinstrumentet med tillbehör är dyrt och känsligt och måste därmed behandlas varsamt, särskilt kyvetten är ömtålig. Undvik att beröra kyvetten sidoytor då fingeravtryck kan komma att störa analysen.

Material: spektrofotometer, kyvetter (aktuella för våglängdsspannet), växtnäring, vatten och pipett.

Praktiskt utförande:

(Introduktion)

- Berätta för eleverna att de ska få använda ett instrument som kallas spektrofotometer för att detektera förekomst av näringsämne (nitrater) i vatten.
- Förklara kortfattat att ni kommer belysa ett prov med ljus och mäta hur mycket ljus som tar sig igenom provet. Därefter kommer ni diskutera vad absorbansen, som är det ljus som inte passerade provet, kan berätta om vad och hur mycket av ett visst ämne provet innehåller.

(Påbörja sedan själva analysen)

- Ta fram två kyvetter, och fyll den ena (referenskyvetten) med avjonat vatten. Förklara i samband med detta vad syftet är med att använda ett referensprov.
- Tillsätt 1 droppe växtnäring till den andra kyvetten (provkyvetten).
- Fyll sedan upp samma kyvett med avjonat vatten.
- Placera kyvetterna i instrumentet och påbörja körningen (våglängdsspann 200–800 nm).
- Diskutera spektrumens utseende och förklara att den uppmätta absorbansen ger upphov till toppar.
- Tillsätt ytterligare en droppe av växtnäringen till prov och diskutera resultatet.

(Beskriv hur instrumentet fungerar)

- Börja sedan med att rita upp en förenklad skiss över instrumentets komponenter och förklara vad dessa har för uppgift.
- Förklara sedan hur spektrofotometri kan användas för kvalitativ och kvantitativ analys:

-Känner man till vid vilken våglängd ett visst ämne absorberar ljus kan instrumentet användas för kvalitativ analys. Man kan dock inte dra för säkra slutsatser kring detta då många olika ämnen kan absorbera vid samma våglängder.

- Berätta att absorbans är proportionellt mot koncentration. Vill man då veta vilken koncentration av ett visst ämne en lösning innehåller kan man ta reda på detta genom att först analysera prover med känd koncentration av ämnet. Utifrån dessa kan man sedan ta reda på vilken proportionalitetskonstant som råder mellan absorbansen och koncentrationen för det specifika ämnet. Detta samband kan då sedan användas för att beräkna den okända koncentrationen utifrån absorbansen.

pH-laborationen

Övergripande beskrivning av laborationen: Det huvudsakliga syftet med denna laboration är att, genom att simulera vilken påverkan utsläpp av svaveloxid och koldioxid har på sjöar och hav gällande försurande effekt, få förståelse för hur försurning uppstår och vad denna kan få för konsekvenser för marina miljöer och jordens ekosystem.

Som inspiration för att utforma denna laboration användes en lärarhandledning hämtat från skolkemi.chem.umu.se författad av Ann-Kristine Lundgren och Svante Åberg.

Riskbedömning: Laborationen anses innehålla flera riskfyllda moment. Därmed måste så stor del som möjligt av experimentet måste utföras i dragskåp och under hela laborationen ska rock, skyddsglasögon och handskar användas. Svaveldioxid har en stark lukt, är giftig och kan utlösa hostattacker. Var försiktig också med brinnande svavel, då det kan droppa när det smälter och ge brännskador. Hantera brännaren varsamt för att undvika brännskador. Den sura lösningen kan spolats ned i avloppet, men akta hud och använd handskar under ursköljning. Diska även utrustningen efteråt med handskar.

Material: Tre e-kolvar 250 ml inklusive korkar, vatten, BTB-lösning, förbränningsskedar, brännare, kol och svavel i pulverform.

Annan förberedelse: Inför båda laborationerna förbereds ett referensprov med en 250 ml e-kolv innehållande 100 ml vatten samt ca 4–6 droppar BTB-lösning.

Del 1) Förbränning av svavel

Introduktion: Inled med att berätta för eleverna att ni nu kommer att simulera hur förbränning av fossila bränslen kan komma att påverka sjöar och havs pH-värde.

Utförande:

- Tillsätt ungefär 100 ml vatten till en 250 ml E-kolv.
- Tillsätt BTB till kolven, tillräckligt för att vattnet ska få en tydlig färg. Förklara i detta steg vad en pH-indikator är och hur denna reagerar på en skiftning i pH-värde.
- Håll till i dragskåpet. Tag ca 0.20 g svavel i förbränningsskeden och varm över brännlågan till dess svavlet antänds. Lågan blir blå när svavlet brinner.
- För försiktigt ned skeden med det brinnande svavlet i e-kolven. Lagg märke till hur gas utvecklas. Täck över öppningen med en kork.
- Tag upp förbränningsskeden, sätt tillbaka korken och skaka försiktigt E-kolven. Lagg märke till indikatorfärgen, jämför med referensprov.

Efter laboration (i samband med miljödiskussionen):

- Fossila bränslen innehåller ofta svavel, så vid förbränning av dessa förbränns också svavlet.
- När svavlet förbränns i luft bildas svaveloxid:
Reaktionsformel: $S + O_2 \rightarrow SO_2(g)$
- Svaveloxid reagerar med vatten på följande sätt och bildar "svavelsyrlighet":
Reaktionsformel: $SO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_3(aq)$
- H_2SO_3 reagerar sedan vidare till svavelsyra, H_2SO_4 , som sänker pH-värdet i vattnet.

Del 2) Förbränning av koldioxid

Introduktion: Inled med att berätta för eleverna att ni nu kommer, på ytterligare ett sätt, att simulera hur förbränning av fossila bränslen kan komma att påverka sjöar och havs pH-värde.

Praktiskt utförande:

- Tillsätt ungefär 100 ml vatten till en 250 ml e-kolven.
- Tillsätt BTB till kolven, tillräckligt för att vattnet ska få en tydlig färg. Repetera i detta steg vad en pH-indikator är och hur denna reagerar på en skiftning i pH-värde.
- Håll till i dragskåpet. Tag en liten bit kol, ca 0.5–1 g, i förbränningsskeden och värm över brännlågan till dess att kolet antänds.
- För försiktigt ned skeden med det brinnande kolet i e-kolven. Lagg märke till hur gas utvecklas. Täck över öppningen med en kork.
- Tag upp förbränningsskeden, sätt tillbaka korken och skaka försiktigt E-kolven. Lagg märke till indikatorfärgen, jämför med referensprov.

Kommentar: För snabbare och tydligare effekt kan syrgas tillsättas till e-kolven efter att vatten och BTB tillsatts, e-kolven måste då hållas försluten till dess att kolet antänts och ska föras ner i kolven.

Efter laboration (i samband med miljödiskussionen):

- Kol räknas till fossila bränslen.
- När kolet förbränns i luft bildas koldioxid:
Reaktionsformel: $C + O_2 \rightarrow CO_2(g)$
- Koldioxid reagerar med vatten på följande sätt och bildar kolsyra:
Reaktionsformel: $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq)$
- Kolsyran sänker pH-värdet i vattnet

Miljödiskussion i samband med laborativt moment

Spektrofotometrilaborationen

- Repetera att ni med hjälp spektrofotometern detekterade nitrat, vilket är möjligt då det är grönt till färgen.
- Förklara sedan att olika föreningar innehållande just kväve och fosfor används för att göda jordbruket, då dessa ämnen är näring för växter.
- Förklara sedan att, om dessa överanvänds i jordbruket, kan detta bidra till att sjöar och hav övergöds. Detta genom att dessa kemiska föreningar med hjälp av regn kan spolas med ut i närliggande vatten. Detta medför att alger och havsväxter i dessa vatten får ett överskott av näring och kan frodas.
- När dessa sedan alger senare dör och faller dessa till botten, där de sedan bryts ner av bakterier. Under denna process åtgår en stor mängd syre, vilket leder till syrebrist på bottenarna.
- Syrebrist på bottenarna leder till minskad mängd bottenlevande djur och förändrat ekosystem i våra hav och sjöar.
- Övergödning räknas till ett av de största miljöhoten.
- Dra slutsatser om att man med hjälp av spektrofotometri kan detektera förekomst och halt av växtnäringsämnen i vatten. Således kan man med detta analysverktyg göra en bedömning av ifall risk för övergödning förekommer i ett vattenområde.

pH-laborationen

- Repetera hur pH-indikatorn påvisade en skiftning i pH-värde när svaveloxid respektive koldioxid löstes i vattnet.
- Förklara att det som hände var att vattnet försurades.
- Skriv upp reaktionsformlerna för:
-svavel reagerar med syre samt svaveloxid reagerar med vatten
-kol reagerar med syre samt koldioxid reagerar med vatten
- -berätta även om hur kväveoxider, så kallad NO_x-gaser, som släpps ut från exempelvis biltrafik också kan lösa sig i vatten och bilda Salpetersyra. Precis som de andra syrorna sänker denna vattnets pH-värde och bidrar till försurning. Kommentera även att NO_x-gaser är så pass giftiga att dessa ej kommer "testas" under laborationen.
- Sammanfatta sedan att det är svavelsyran, kolsyran respektive Salpetersyran som gör vattnet surt och konstatera därmed att utsläpp från industrier och biltrafik, där förbränning av fossila bränslen förekommer, bidrar till försurning hav och sjöar.
- Förklara att försurning påverkar havets marina organismerna, exempelvis genom att dessa får svårt att bygga starka skelett. Skeletten består nämligen mestadels av kalk som löses upp av just syror. Plankton, som är en viktig primärföda för många vattenlevande organismer, är också känsliga för sänkta pH-värden. Försurningen kan också påverka vattenväxter och göra så att berg och bottenar vittrar sönder.
- Konstatera slutligen att det är svårt att förutspå exakt vilka konsekvenser försurning i sjöar och hav kan få, men att det stör havets ekosystem. Att havets ekosystem rubbas kan i sin tur påverka andra ekosystem och således kan försurning komma att ha kraftig påverka den biologisk mångfalden.
- Dra slutsatser om att man med hjälp av pH-mätning kan avgöra ifall olika vattenområden är försurade, vilket möjliggör att kunna försöka bearbeta problemet.

Avsluta laborationen med att göra en sammanfattning tillsammans med eleverna på tavlan om vad som gått igenom under passet. Inkludera både av principer för instrumentet och analysen men även vad ni kom fram till undermiljödiskussionen. Denna sammanfattning är det viktigt att eleverna deltar i och skriver av, för att senare kunna genomföra en redovisning samt skriva en uppgift om laborationsmomentet.

Bilaga 5) Lärarhandledning: Redovisningsmoment

Mall för redovisningsmomentet

Ange följande instruktioner för redovisningen:

- Datum för redovisningen: __
- Redovisningen utförs i de grupper som dellaborationerna utfördes i och eleverna ges ett lektionstillfälle till att planera redovisningen.
- Eleverna väljer själva om ni vill använda White Board eller Power Point men ska på något vis presentera ett urval av den viktigaste informationen skriftligt.
- Alla elever ska vara muntligt aktiva någon gång under redovisningen
- Redovisningen ska ta ca 10 min + ca 5 min frågestund/diskussion

Ange följande som innehåll för redovisningen:

- *Analysverktyget*
 - Namn på de/det verktyg som användes under dellaborationen.
 - Hur fungerar verktyget (beskriv utifrån grundläggande principer)?
 - Vad kan verktyget användas till (generellt)?
 - Fungerar instrumentet för kvalitativ eller kvantitativ analys?
- *Analys & Detektion*
 - Vad analyserades & detekterades under dellaborationen?
 - Utfördes kvalitativ eller kvantitativ analys?
- *Dellaborationens koppling till miljöproblem*
 - Vilket/vilka miljöproblem kunde dellaborationen kopplas till?
 - Vilket/vilka kemiska ämnen och reaktioner/processer bidrar till miljöproblemen och varför?
- *Övrigt (frivilligt)*
 - Övriga information som labbgruppen finner intressant att ta upp under redovisningen.

Förklara följande om redovisningens roll i kursmomentet:

-Eleverna måste se till att planera och genomföra en redovisning som gör att deras klasskamrater kan få ta del av samma kunskaper de fick med sig under laborationsmomentet.

- Efter redovisningen ska eleverna skriva hemuppgiften, där den information eleverna själva presenterat ska finnas med. Även den information som klasskamrater presenterat om sina laborationer ska också finnas med. Därför måste eleverna se till att lyssna och ta noggranna anteckningar under redovisningarna, och de bör utnyttja frågestunden om de upplever att det är något de inte förstår under en redovisning.

-Redovisningen kommer inte att bedömas med betyg, och ingen elev ska behöva uppleva obehag inför den. Uppmuntra därmed eleverna att se den som ett roligt och lärorikt tillfälle att få dela med sig av och ta del av sina egna och klasskamraters kunskaper.

Avslutande kommentar: För att presentera denna information kan det vara lämpligt att sammanställa en Power Point med all information att presentera för eleverna.

Bilaga 6) Elevinstruktion: Hemuppgift

Hemuppgift

- Syftet med hemuppgiften är att ni ska få möjlighet att sammanfatta de kunskaper ni fått med er under kursmomentet. Därtill ska ni få öva er på att tänka på miljöproblem och miljöarbete utifrån ett hållbarhetsperspektiv.
- Deadline för uppgiften är: fredag den __ v. 11 kl: __
-Man får självklart lämna in uppgiften tidigare om man blir färdig i förväg.
- Uppgiften skrivs på dator och mailas till _____ (märk ämnesraden med ditt namn och "Hemuppgift")
- Används andra källor än den information ni fått med er från studiebesöket eller redovisningen refererar ni till dessa i slutet av det stycke informationen använts.
*Ex) Hämtat kompletterande information från Naturvårdsverkets hemsida:
<https://www.naturvardsverket.se/>*

Uppgiften ska innehålla:

Del 1)

I denna del av uppgiften ska ni få sammanfatta vad ni lärt er under laborationsmomentet och/eller redovisningen.

- Sammanfattning av två (av tre) analysteknik: GC-MS, HPLC, Spektrofotometri samt pH-mätning.
-Ni väljer själva vilka två ni vill skriva om (man får ta "sin egen").
-Spektrofotometri & pH-mätning räknas som en, eftersom dessa ingick i samma laboration.
-omfattning ca 5–6 meningar per analysteknik.
- Kort redogörelse kring vad som detekterades/analyserades i dessa dellaborationer som ni valt ut att skriva om.

-omfattning ca 2–3 meningar per analys.
- Utifrån de två dellaborationer man valt ut, beskriv vilka typer av utsläpp eller processer som diskuterades i samband med laborationen som bidrar till miljöförstöring. Beskriv även vilka kemiska ämnen som är involverade i dessa processer. Sammanfatta därefter vilka konsekvenser följande processer får för miljö och klimat:

Exempel på miljöproblem:

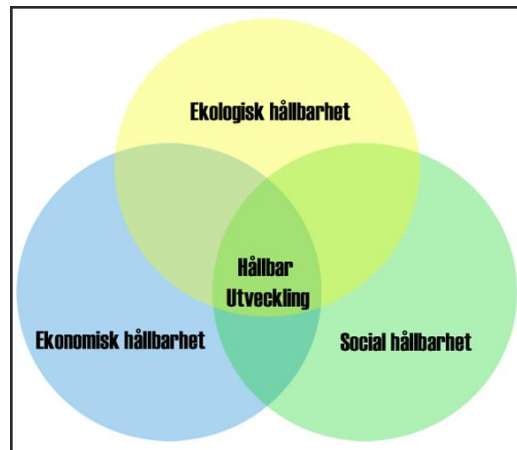
- Utsläpp av miljöfarliga kemikalier
- Minskad biologisk mångfald
- Försurning av mark och vattendrag
- Övergödning av mark och vattendrag

-omfattning ca 3–4 meningar per miljöproblem.

Del 2)

I denna del av uppgiften ska ni få öva er på att utgå från principer för hållbar utveckling för att diskutera de olika miljöproblem som berörts under kursmomentet.

- Ge förslag på lösningar för att motverka de ovannämnda miljöproblemen. Vilka innovationer eller lagstiftningar skulle kunna bromsa upp spridning av problemen? Kan dessa lösningar i sin tur leda till annan problematik? Försök väga in ekonomiska-, sociala och ekologiska perspektiv (tänk på modellen för "Hållbar utveckling") och försök väga in kemiska aspekter i analysen.



Ex) Utsläpp av växthusgaser skulle kunna minska om olika industrier fick högre krav på sig att minska sina utsläpp. Detta skulle kunna bidra till att den globala uppvärmningen bromsas, vilket vore bra utifrån sociala och ekologiska aspekter, så djur och människor kan fortsätta leva på jorden. Dock skulle det krävas lagstiftning på internationell nivå, vilket är svårt. Alternativt att det skulle behövas teknik som kan rena bort gaserna så de inte släpps ut i atmosfären, vilket skulle kunna kosta mycket pengar. Om företagen får för dyra krav på sig kan det kanske påverka företagets ekonomi, vilket skulle kunna leda till förhöjd arbetslöshet. Då skulle den nya miljövänliga tekniken kunna bekostas med skattemedel, så företagen har råd att ha kvar sina anställda.

-Man väljer själv om man vill beröra ett av miljöproblemen mer utförligt, eller om man vill diskutera flera mer överskådligt. Denna del av uppgiften får max uppta en sida.

Hemuppgiften lämnas tillbaka med omdöme *godkänd uppgift*, *väl godkänd uppgift* eller *mycket väl godkänt uppgift*. *Ej godkänd uppgift* ska kompletteras inom en vecka efter att den återlämnats.

Uppgiften bedöms utifrån följande kriterier:

Godkänd uppgift:

- Eleven redogör på ett grundläggande sätt för kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys.
- Eleven redogör för miljöförstörande processer utifrån ett kemiskt perspektiv.
- Eleven reflekterar kring frågor gällande klimatpåverkan och miljöförstöring utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

Väl godkänd uppgift:

- Eleven redogör väl och med viss säkerhet på ett grundläggande sätt för kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys.
- Eleven redogör med viss säkerhet för miljöförstörande processer utifrån ett kemiskt perspektiv.
- Eleven reflekterar kring frågor gällande klimatpåverkan och miljöförstöring utifrån ett hållbarhetsperspektiv med tydliga argument.

Mycket väl godkänd uppgift:

- Eleven redogör tydligt och med säkerhet på ett grundläggande sätt för kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys.
- Eleven redogör med säkerhet för miljöförstörande processer utifrån ett kemiskt perspektiv.
- Eleven reflekterar kring frågor gällande klimatpåverkan och miljöförstöring utifrån ett hållbarhetsperspektiv med väl underbyggda och tydliga argument.
-

Kommentar: Tanken är inte att denna uppgift ska ta särskilt lång tid att skriva. I den första delen vill jag främst att ni sammanfattar informationen ni fått mer er från studiebesöket och redovisningen. I den andra delen vill jag att ni använder er kreativitet och reflekterar. Det är självklart "ok" att hämta kompletterande information och inspiration från andra källor om man vill, men det är inget krav. Hur mycket tid man vill lägga på uppgiften utöver det beskriva (obligatoriska) innehållet är helt upp till er.

Stort lycka till!

Bilaga 7) Enkät

Enkät

För att undersöka hur väl du anser att kursmomentet uppfyllt att representera de lärandemål som det hade för avsikt att göra, vill jag med denna enkät att du själv ska få uppskatta hur dina kunskaper har utvecklats i samband med kursmomentet. I kursmomentet inkluderas *introduktionsföreläsningen, laborationerna på KTH, redovisningsmomentet* (både din egen redovisning och de du lyssnade till) samt *att skriva hemuppgiften*. Jag vill alltså att du utgår från alla dessa fyra delar när du gör din självskattning och lämnar dina kommentarer.

Sätt ett kryss vid den siffra som du anser representerar din uppfattning, och lämna en kommentar om varför du har skattat så som du gjort. Känner du att du inte kan eller vill "kryssa" för ett visst påstående kan du låta bli och istället kommentera "vill/kan inte ange".

"Kursmomentet har bidragit till att jag har utvecklat förståelse av kemins betydelse för klimat och miljö."

1	2	3	4	5	6
Stämmer inte alls			Stämmer helt		

Kommentar: _____

"Kursmomentet har bidragit till att jag, från en naturvetenskaplig utgångspunkt, kan delta i samhällsdebatten och diskutera etiska frågor och ställningstaganden, till exempel frågor om hållbar utveckling"

1	2	3	4	5	6
Stämmer inte alls			Stämmer helt		

Kommentar: _____

"Kursmomentet har ökat mina kunskaper om olika kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys"

1	2	3	4	5	6
Stämmer inte alls			Stämmer helt		

Kommentar: _____

"Kursmomentet berörde syrabasreaktioner, inklusive pH-begreppet."

1	2	3	4	5	6
Stämmer inte alls			Stämmer helt		

Kommentar: _____

"Kursmomentet berörde kemisk bindning och dess inverkan på till exempel förekomst, egenskaper och användningsområden för organiska och oorganiska ämnen."

1	2	3	4	5	6
Stämmer inte alls			Stämmer helt		

Kommentar: _____

Kommentera vad du anser skulle kunna vara en lämplig vidareutveckling för laborationsmomentet: _____

Kommentera hur du upplevde de olika delarna för kursmomentet:

-Upplevde du alla delarna relevanta?

-Borde något läggas till eller tas bort för kursmomentet i framtiden?

-Har du någon annan kommentar om de olika delarna som du vill delge?

Här kan du fylla i om du har några övriga generella kommentarer:

Jag vill inte att min enkät ska användas för datainsamling

☐

Bilaga 8) Rådatatabell

Tabell 2 – Sammanställning av elevernas kommentarer från enkätundersökningen

Påstående (nummer):	Sammanfattning och urval av tillhörande kommentarer och citat:
1) "Kursmomentet har bidragit till att jag har utvecklat förståelse av kemins betydelse för klimat och miljö"	"Jag har fått tydligare förståelse för hur olika utsläpp och miljögifter kan påverka miljön och varför" "Jag ser tydligare koppling mellan kemi och miljöproblem" "Jag hade kunskaper sen tidigare men kan mer nu" "Jag har fått mer djupgående förståelse" "Jag har lärt mig om hur fossila bränslen spelar roll för förorening och vilka reaktioner som då sker" "Jag kan nu reflektera över mitt eget klimatavtryck"
2) "Kursmomentet har bidragit till att jag, från en naturvetenskaplig utgångspunkt, kan delta i samhällsdebatten och diskutera etiska frågor och ställningstaganden, till exempel frågor om hållbar utveckling"	"Jag har fått fördjupad förståelse om detta och kan nu debattera utifrån ett kemiskt perspektiv och har fått mer förståelse för klimatkrisen" "Jag har lärt mig en del nytt men kunde en del sen tidigare" "Att jobba med hemuppgiften gav förståelse" "Jag känner mig nu mer säker att diskutera" "Det hade varit bra att få debattera i mindre grupper"
3) "Kursmomentet har ökat mina kunskaper om olika kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys"	"Det var mycket intressant att få arbeta med och lära sig om kemiska analystekniker" "Jag lärde mig mest från hemuppgiften, redovisningarna var inte tillräckligt tydliga" "Jag lärde mig mest från laborationen" "Visste inget om detta förut men nu har jag relativt bra koll" "Hade aldrig hört talas om detta förut, men nu förstår jag och kan enkelt använda begreppen" "Det kunde ha varit tydligare"
4) "Kursmomentet berörde syrabasreaktioner, inklusive pH-begreppet"	"Jag lärde mig lite från redovingen" "Det var inte så tydligt på redovisningen och jag gjorde inte den labben" "Det var lätt att förstå och lärrikt, eftersom jag gjorde denna lab"

5) "Kursmomentet berörde kemisk bindning och dess inverkan på exempelvis förekomst, egenskaper och användningsområden för organiska och oorganiska ämnen"	<i>"Jag lärde mig om intermolekylära bindningar, polaritet och kokpunkt"</i> <i>"Vi diskuterade bindningar när vi pratade om kolonnerna i samband med laborationen"</i> <i>"Jag lärde mig om flyktiga organiska föreningar"</i> <i>"Vi pratade om polärt och opolärt och hur de binder i kolonnerna, lika löser lika"</i> <i>"Jag förstod inte helt kopplingen till detta"</i>
6) "Kommentera vad du anser skulle kunna vara en lämplig vidareutveckling för laborationsmomentet:"	<i>"Att medverka på alla labbar hade nog varit mer lärorikt än redovisningen"</i> <i>"Det var ett bra sätt att labba på men hade varit bra att få delta mer aktivt i laborationen"</i> <i>"Det hade varit bra att få en sammanställning om alla laborationer"</i> <i>"Önskar tydligare redogörelse kring vad som detekterades och dess koppling till miljöproblem"</i> <i>"Jag hade velat höra något mer om vad analysteknikerna använts till för forskning och upptäckter"</i> <i>"Jag hade gärna diskuterat mer om vad som sker i de kemiska reaktionerna"</i>
7) "Kommentera hur du upplevde de olika delarna för kursmomentet:" (för riktlinjer, se enkät)"	<i>"Alla delar kändes relevanta"</i> <i>"Lägg till moment där läraren har en genomgång på tavlan efter redovisningarna"</i> <i>"Svårt att hänga med på redovisningarna och hinna anteckna"</i> <i>"Jag mindes inte allt från redovisningen"</i> <i>"Istället för redovisning så hade jag hellre velat delta i alla labbar, men annars var alla delar relevanta"</i> <i>"Jag lärde mig mest från hemuppgiften men en del från labben"</i> <i>"Momentet var generellt bra men det blev svårt under redovisningen att få med sig de andra gruppernas info, det skulle behövts en sammanfattning efteråt, kanske få på papper"</i> <i>"Redovisningen blev inte så bra och KTH-labben var inte jätterolig"</i> <i>"Bra som variation och alla delar gav bakgrund till hur man arbetar "på riktigt""</i>
8) "Här kan du fylla i om du har några övriga generella kommentarer:"	<i>"Momentet var kul för det varierade hur vi tog in kunskap och det var roligt att få miljöombyte och att vara på studiebesök på KTH"</i> <i>"Roligt att få koppla kemiska teorier till samhällsproblem"</i> <i>"Kul med variation och att vi fick lära oss olika delar på ett intressant sätt, det blev lättare att lära och koncentrera sig"</i> <i>"Givande men skulle velat ha mer info och förståelse om analysteknikerna och inte behöva resonera så mycket själv"</i> <i>"Bra moment men önskar mer genomgång till hemuppgiften"</i> <i>"Miljöproblemen inom de kromatografiska metoderna var lika vilket gjorde uppsatsen lite rörig att skriva"</i>

