

# Tilrettelæggelse af kursusforløbet på Toksikologi & Økotoksikologi på eliteuddannelsen Miljøkemi og sundhed

Bjarne Styrihave

Institut for Farmaci & Analytisk Kemi, FARMA, Københavns Universitet

## Introduktion

Kurset Toksikologi & Økotoksikologi er et obligatorisk kursus på den splinterne eliteuddannelse i Miljøkemi & Sundhed. Uddannelsen er en multifakultetsuddannelse under Det Biovidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet, men en række andre institutioner på KU bidrager til uddannelsen. Desuden indgår Rigshospitalet og Danmarks Tekniske Universitet i uddannelsen. Kurset i Toksikologi & Økotoksikologi er det første kursus på uddannelsen og udbydes for første gang i dette efterår 2009. Uddannelsen er en international uddannelse udbudt på engelsk og i 2009 er i alt 16 studerende fordelt på 5 forskellige nationaliteter blevet optaget. Målet med uddannelsen er at optage 20 til 25 studerende om året.

Kurset er placeret i Blok 1 og selve undervisningen er også inddelt i blokke af 4 timers varighed. Der er i alt 24 blokke fordelt over en periode på 8 uger, hvor der ligger en blok på hhv. mandag, tirsdag og fredag. 7 af blokkene er laboratoriearbejde. De resterende 17 blokke består af en blanding af forelæsninger, kollokvium, opgaveregning og øvelser i form af problembaseret læring. Desuden forventes det, at de studerende i perioder med laboratorieforsøg vedligeholder deres forsøg ud over de skemalagte timer. Kurset er således meget intensivt og inkluderer mange undervisningsformer.

Pensum består dels af udvalgte kapitler fra 2 lærebøger, John Timbrell "Principles of Biochemical Toxicology" og Walker et al "Principles of Ecotoxicology" som hver især dækker hhv. toksikologi og økotoksikologi. Desuden understøttes disse af primær litteratur i form af videnskabelige

peer-reviewed artikler. Ca. halvdelen af pensum er lærebøger og ca. halvdelen af pensum er peer-reviewed artikler. Intentionen med dette er, at give de studerende en generel og principiel introduktion til et givet emne på en let forståelig måde for derefter at give dem et mere dybdegående indblik i emnet, samt hvorledes disse principper anvendes i praksis af forskere.

Formålet med kurset er beskrevet i fagbeskrivelsen (oversat fra engelsk):

“Formålet med kurset er at introducere de studerende til de fundamentale emner og centrale metoder indenfor humantoksikologi, økotoksikologi og erhvervsrelateret toksikologi samt at give de studerende et overblik over forskellige fremgangsmåder til at producere data der kan anvendes i risikovurdering af kemiske stoffer for mennesker og for miljøet. Kurset består af et antal af forelæsninger og praktiske laboratoriekurser af ca. 20 timers varighed. Kurset anbefales til studerende der efter endte studier vil arbejde indenfor sektorer vedrørende miljø, såsom offentligt tilsyn, befolknings-sundhed, miljøkonsulent virksomhed, medicinalindustrien og bioproduktionsindustrien”.

Idet der er tale om et helt nyt kursus der ikke er startet endnu, forestår der stadigvæk en del arbejde i at aligne de målsætninger der er beskrevet for kurset med det pensum der rent faktisk undervises i på kurset. Det er ligeledes centralt at det pensum der undervises i og den undervisningsform der anvendes, tillader de studerende at erhverve de kompetencer man ønsker at eksaminere de studerende i. Desuden er det vigtigt at den pågældende eksamensform afspejler undervisningsformen, altså at den valgte eksamensform tillader en reel vurdering af de studerendes opnåede faglighed.

## **Hvori består ELITE?**

I styregruppen for uddannelsen har der været en del diskussion om, hvad der i uddannelsessammenhæng skal lægges i begrebet “elite”, altså, hvad betyder det at uddannelsen er en eliteuddannelse og hvorledes adskiller en eliteuddannelse sig fra øvrige uddannelser? Hvilke konsekvenser har dette for undervisningen, for indlæringen og kursusevalueringen, at kurset er et elitekursus? Det elitære element er ikke beskrevet i formålet med kurset (se ovenstående) og er således ikke nærmere defineret og det har derfor i det store hele - indtil videre - været op til de enkelte kursusansvarlige på uddannelsen at definere dette. I kurset Toksikologi & Økotoksikologi er der

dog indbygget visse begrænsninger i kursusevalueringen, idet studienævnet i forbindelse med godkendelsen af uddannelsen har vedtaget at mindst 50 % af den endelige karakter for kurset skal gives på baggrund af en individuel multiple choice eksamen, hvorimod de sidste 50 % skal gives i relation til projektorienteret arbejde. For de sidste 50 % har den kursusansvarlige således mulighed for at bestemme evalueringsformen og indholdet indenfor denne ramme. Disse forhold påvirker naturligvis undervisningsformen og dermed også fortolkningen af begrebet "elite".

En multiple choice eksamen er en eksamensform der generelt stimulerer overfladisk læring, idet den begrænser muligheden for at evaluere de studerende i dybden. Dette skyldes, at de studerende ikke får muligheden for at udtrykke sig nuanceret, men blot skal tage stilling for eller imod korte udsagn, ved at markere rigtigt eller forkert med et kryds. Eksaminator har heller ikke mulighed for at stille komplicerede opgaver med mange nuancer, ligesom underviser kun har meget begrænset mulighed for at inddrage videnskabelig litteratur, samt figurer og tabeller i eksamenssættet. Desuden er det sådan, at forkerte svar i den her anvendte multiple choice eksamen tæller negativt, -1, hvorimod et korrekt svar tæller +1, dog kan det samlede antal points i en enkelt opgave bestående af 5 spørgsmål aldrig tilsammen give mindre end 0 points (se eksempel på multiple choice eksamenssopgave i Appendix A). Dette system bevirker således, at der for de studerende er et element af strategi i at besvare spørgsmålene, idet det i visse tilfælde er en fordel ikke at svare på spørgsmålet, hvis man er i tvivl om, hvorvidt svaret ikke er korrekt, hvorved man får et minuspoint. Dette element af strategi har intet med indlæring at gøre.

Hvis der med begrebet "elite" ligger en forventning om, at de studerende på kurset skal erhverve viden eller kompetencer ud over det man finder hos studerende på almindelige kurser, er det yderligere vanskeligt at se, hvorledes multiple choice som eksamensform kan bidrage til dette. Denne eksamensform er dog nedskrevet i studieordningen for kurset og det er således, for indeværende, ikke muligt at ændre på dette. For at sikre et element af elite i kurset og for at sikre at de studerende i nogen grad også bliver evalueret på deres mere dybdegående indlæring er det således afgørende at de sidste 50 % evaluering afspejler dette.

## Formål

Formålet med dette projekt er at aligne kursets målbeskrivelse, undervisningsform og evaluering indenfor de rammer der på forhånd er afstukket af studienævnet, herunder at inkorporere et elitært element i denne alignment. Dette gælder en evaluering af de studerendes mere dybdegående forståelse af målbeskrivelserne, samt en evaluering af de studerendes elitære udbytte.

## Fremgangsmåde

En mulig fremgangsmåde til at stimulere dybdelæringen hos de studerende i kombination med elitær undervisning kan være at indrette kurset således, at de studerende arbejder i laboratoriet og bearbejder og formidler videnskabelig information på samme måde som forskere gør i deres daglige arbejde. Almindelige kurser på universiteter er typisk indrettet med forelæsninger i kombination med laboratorieøvelser, der er fastlagte på forhånd. En typisk eksamen er en eksamen i form af multiple choice eller assay hvor de studerende bliver eksamineret og får karakterer efter opsatte læringsmål i henhold til et pensum. Begge disse eksamensformer kan betragtes som summative evalueringer, dvs. en bagudrettet evaluering hvor de studerendes opfyldning af de opsatte indlæringsmål testes (Biggs and Tang; 2007). Denne måde at lære på adskiller sig på mange måder fra den måde hvorpå forskere arbejder idet disse selv planlægger laboratoriearbejdet, behandler data og formidler disse enten i form af poster, platform præsentationer eller videnskabelige artikler.

En mulig måde at inkorporere elite og dybdeindlæring på, kunne derfor være at tillade de studerende at arbejde med hele den videnskabelige proces fra planlægning til publicering af de opnåede resultater, som forskere gør i forbindelse med grundforskning.

## Opbygning af kurset

For at imødekomme ovenstående blev det besluttet, at den eksperimentelle del af kurset skulle struktureres således at de studerende fra begyndelsen af kurset fik mulighed for at arbejde med hele den videnskabelige procedure, dvs. selv vælge forskningsprojekt, tilrettelægge laboratoriearbejdet, data-behandle de opnåede resultater og formidle dette. Laboratoriearbejdet blev

inddelt i 2 projekter med 3 blokke i hver (se skema for kurset i Appendix B). Ud fra en liste med abstracts for mulige projekter skulle de studerende selv vælge først ét og senere yderligere ét projekt. Der var et overskud af projekter på listen således at alle hold havde mulighed for at vælge noget de fandt interessant. For at sikre en vis grad af alignment imellem de teoretiske blokke og projekterne blev sidstnævnte baseret på centrale emner fra de teoretiske blokke. Projekterne var således fordelt på alle de deltagende institutioner og varierede i indhold fra analytisk kemi til arbejdsmiljørelaterede dyreforsøg og in vitro forsøg på humane celler. Herefter skulle de studerende selv designe og gennemføre deres forsøg under vejledning og de to projekter skulle afreporteres hhv. i posterformat og som en videnskabelig artikel.

## Foreslået evaluering af de studerende

På baggrund af ovenstående bestemte jeg mig således for, at evalueringen af kurset skulle bestå af 3 segmenter, en multiple choice opgave, som givet på forhånd, der tæller 50 % af den samlede karakter for faget og to videnskabelige rapporter baseret på de to laboratorieprojekter der hver gælder 25 %.

Posterne blev trykt på KU's trykkeri i A0 format og er således identiske med posterne på videnskabelige konferencer. Der blev afholdt en konference sidst på kurset med et format svarende til det man finder på videnskabelige konferencer, dvs. at der var platform præsentationer af det ene projekt, som derefter blev afleveret til bedømmelse i videnskabeligt manuskriptformat. Herefter var der en poster session med kaffe og kage akkurat som på videnskabelige konferencer, hvor de studerende forsvarede deres poster, hvorefter disse ligeledes blev afleveret til bedømmelse. Konferencen blev arrangeret som en offentlig begivenhed, hvor deltagerne bl.a. var lærere og undervisere der har deltaget i kurset, men der deltog også forskere og studerende udefra, således at de studerende på kurset har en realistisk mulighed for at forsvare deres videnskabelige arbejde *ex auditorium*.

Formålet med den ovenfor beskrevne struktur var at give de studerende øvelse i at komme i dybden med et videnskabeligt emne ved at gennemføre hele den videnskabelige proces, hvilket her promoveres ved at sikre at de studerende afreporterede deres arbejde på samme måde som forskere afreporterer deres videnskabelige arbejde dvs. ved brug af poster, platform præsentationer og videnskabelige artikler. Dette skulle desuden sikre, at de

50 % af den samlede eksamenskarakter der ikke var baseret på multiple choice, blev baseret på mere dybdebaseret viden og videnskabelig metode hos de studerende opnået gennem en integration af teori, praktisk arbejde samt akademisk refleksion. Konferenceformatet er desuden meget velegnet til at give de studerende formativ evaluering som supplement til den summative evaluering de får i form af en karakter og hele processen må betragtes som værende problembaseret læring.

## Kursusevaluering

For at opnå et indblik i de studerendes holdning til kurset og deres eget syn på deres udbytte og for at identificere de elementer af kurset der virkede godt og mindre godt, blev kurset evalueret af de studerende efter konferencen der afsluttede kurset. Der blev gennemført 2 evalueringer, den ene var en obligatorisk skemaevaluering efter et fastlagt skema udarbejdet på KVL som alle kurser på uddannelsen skal evalueres efter. Denne evalueringsform har dog en række ulemper. For eksempel kan de studerende udfylde skemaet udelukkende ved afkrydsning, hvilket de ofte gør, og dette begrænser den kursusansvarliges mulighed for at forstå baggrunden for den pågældende afkrydsning. Som oftest er det også kun en vis andel af de studerende der afleverer skemaerne, hvorfor disse kun er mere eller mindre repræsentative. Af disse årsager blev der parallelt med skemaevalueringen også gennemført en såkaldt delta-evaluering af kurset. Denne evaluering foregår ved at de studerende med deres egne ord nedskriver 3 ting omkring kurset. Dette kan vedrøre alle aspekter af kurset, pensum, lærere, eksamensform, laboratoriearbejde etc. Disse kommentarer sendes så rundt på holdet, hvor hver enkelt studerende blot skal markere hvis de er enige i det pågældende udsagn. Alle udsagnene sendes rundt således at alle studerende får mulighed for at erklære sig enige i alle udsagn. Fordelen ved denne type evaluering er, at den kombinerer kvalitative udsagn med en kvantitativ målestok for hvor mange studerende der deler det synspunkt som udsagnet udtrykker.

På baggrund af de studerendes svar under evalueringen vurderes det, at de to evalueringsformer supplerer hinanden godt. Dette skyldes dels, at de tilsammen giver en dog kombination af kvalitativ og kvantitativ evaluering. Men den væsentlige styrke i denne dobbelte evaluering ligger i kombinationen af præcise spørgsmål stillet af den kursusansvarlige som denne finder relevante og så de personlige synspunkter som de studerende har dannet sig, og som kommer langt bedre til udtryk i delta-evalueringen. I begge evalue-

ringsformer kommer der elementer frem i den ene, som ikke kommer frem i den anden. For eksempel er det indlysende ud fra delta-evalueringen på hvilke punkter kurset skal koordineres med det sideløbende kursus i epidemiologi. Dette er ikke klart ud fra skemaundersøgelsen, her fremgår det kun at en koordinering er påkrævet, ikke på hvilke punkter dette er nødvendigt. Det vil derfor være oplagt også i fremtiden at evaluere kurset ved brug af begge evalueringsformer.

## Den fremtidige eksamensform

På baggrund af de erfaringer der er gjort med kurset det første år bør det overvejes om eksamensformen med multiple choice opgaver bør erstattes af en anden type eksamen. Det fremgår tydeligt af kursusevalueringen at det de studerende har størst glæde af og mener at de lærer mest ved er selve den videnskabelige proces hvor man går i dybden med et afgrænset videnskabeligt emne og det er netop disse evner som man forsøger at fremhæve og stimulere på eliteuddannelsen. Det må derfor betragtes som et paradoks, at 50 % af kurset bliver evalueret som multiple choice. Denne eksamensform må formodes at stimulere overfladisk indlæring, idet de studerende på intet tidspunkt under sådan en eksamen skal formulere sig selvstændigt eller forholde sig nuanceret til det faglige stof.

Umiddelbart er der to mulige eksamensformer, som kunne erstatte multiple choice eksamen. Den ene er en mundtlig eksamen, hvis fordel består i, at både eksaminator og den studerende har mulighed for at gå i dybden med relevante emner. Den anden er en skriftlig eksamen baseret på assay besvarelser, hvor eksaminator har mulighed for at stille opgaver af mere kompleks karakter og inddrage videnskabelige data som f.eks. tabeller eller figurer, og hvorigennem den studerende har mulighed for at udtrykke sig nuanceret. Begge disse eksamensformer må anses for mere velegnede til at evaluere de studerendes opfyldelse af formålet med kurset som beskrevet i fagbeskrivelsen, end en multiple choice eksamen. Det er i denne sammenhæng vigtigt at notere sig, at samtlige studerende på kurset erklærer sig enige eller meget enige i, at kursets faglige indhold opfylder læringsmålene (se Appendix C) samt formålet med kurset som beskrevet i fagbeskrivelsen (ifølge skemaevalueringen), mens 80 % af de studerende ifølge delta-evalueringen erklærer sig enige i udsagnet: "Multiple choice er ikke en særlig elitær eksamensform" (oversat fra engelsk). Dette indikerer et misforhold imellem kursets indhold og den eksamensform der anvendes

til at evaluere de studerendes udbytte af dette indhold. Det bør derfor overvejes at anmode studienævnet om tilladelse til at ændre eksamensformen til en anden form for skriftlig eksamen eller en mundtlig eksamen. Dette vil formentlig bidrage til en forbedret alignment imellem på den ene side kursets faglige indhold og på den anden side muligheden for at evaluere de studerendes udbytte af dette indhold.

## **Konklusion**

På baggrund af ovennævnte er der 3 overordnede pointer der bør fremhæves:

1. Det elitære element, hvor de studerende arbejder i dybden med hele den videnskabelige proces fra teori (hypotese om man vil) til afrapportering, er et vigtigt redskab til at stimulere dybdeindlæring.
2. Et bredt indblik i kursets funktionalitet, styrker og svagheder, opnås bedre ved en kombination af de to evalueringsformer (skemaevaluering og delta-evaluering) end ved anvendelse af blot den ene af evalueringsformerne.
3. En bedre alignment af kurset opnås formentlig ved at erstatte multiple choice eksamen med en anden form for eksamen, en skriftlig assay eksamen eller en mundtlig eksamen.



## A Appendix: Eksempler på multiple choice eksamensopgaver

### The following biomarkers can be considered reliable:

- | Yes                      | No                       |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Egg shell thinning in predatory birds exposed to DDT                         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Imposex in gastropod snails exposed to tributyltin (TBT)                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Nerve signal transmission interruption in mammals exposed to organic mercury |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Metallothioneins in molluscs exposed to cadmium                              |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Vitellogenin production in male fish exposed to xeno-estrogens               |

### The model of Concentration Addition

- | Yes                      | No                       |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Theoretically only applies for chemicals with the same mode of action  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Can be used to predict the joint effect of an infinite amount of chemicals by first calculating the effect of the single chemicals in the mixture and then adding the effects  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Can be used to predict the joint effect of an infinite amount of chemicals by first “exchanging” the chemical concentrations/doses into the same “currency”, then adding them and then calculating the effect from a pre-defined dose-response model |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Is the preferred model for risk assessment of mixtures   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Can never be used successfully to predict the joint effect of chemicals with different modes of action   |

## B Appendix: Kursusskema

Week	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Monday	31-8-09	7-9-09	14-9-09	21-9-09	28-9-09	5-10-09	12-10-09	19-10-09	26-10-09
8-12	Introduction to education	Lab work intro Paper writing	Lab work	Intro to occupational toxicology Organ toxicology	<i>In vivo &amp; in vitro</i> bioassays	Lab work	Lab work	Reproduction toxicology and teratogenic effects	Conference article + Poster presentation
Teachers	ALL	BST	Group responsible	GDN, SPL	FKN	Group responsible	Group responsible	AMA, KSH	Group responsible
Tuesday	1-9-09	8-9-09	15-9-09	22-9-09	29-9-09	6-10-09	13-10-09	20-10-09	27-10-09
13-17	Principles of toxicology Toxic agents ADME etc.	Lab work	Lab work	Cutaneous toxicology Lung & skin toxicology	Ecotox: Major classes of pollutants	Evolution of resistance to pollution	Lab work	Endocrine disrupting chemicals	Repetition by students
Teachers	BHS	Group responsible	Group responsible	GDN, STL	BST	BST	Group responsible	AMA	
Friday	4-9-09	11-9-09	18-9-09	25-9-09	2-10-09	9-10-09	16-10-09	23-10-09	30-10-09
8-12	Dose-response relationship	Xenobiotic metabolism	<i>In vivo &amp; in vitro</i> toxicology	Occupational cancer & lung diseases Nanotox	Mechanisms in ecotox Bioconcentration Biomagnification	In situ monitoring Biomarkers in population studies	Population effects, microcosms	Mixture toxicity	EXAM!!!
Teachers	BST	BHS	FKN	ATS, GDN, NRJ	BST	BST	NC	NC	

## C Appendix: Course outcome

Upon completion of the course, the student will be able to:

### Knowledge:

- Describe toxicological mode of actions for most important groups of chemical substances to humans and environmental species.
- Define the most vulnerable target organ(s) or organism(s) for most important group of xenobiotics.
- Demonstrate knowledge on safety toxicology, and extrapolation from animal to human, and from one trophic level in the environment to another
  - Understand the use of physico-chemical parameters of compounds to predict toxicity, bioaccumulation and biomagnification
  - Assess both acute and chronic toxicity data and evaluate different types of dose-response relationships including effects of mixtures of compounds with similar mode of action.
  - Quantify a dose or an exposure of a chemical and be able to predict the most important exposure routes to humans and environment and exposure due to occupation.
  - Suggest how to diminish an exposure of chemical in human, environmental and occupational toxicology (practical management).
  - Classify chemicals and xenobiotics (Tx, T, Xn, C and Xi).

### Skills:

- Transfer math concepts to solve 1st-order linear differential-integral equations, manipulate log relationships, and convert between dimensional systems of units
- Utilise relevant software for dose-response relationships and problem solving (e.g. EPI-Win, Chem-Draw, Excel, R).
- Perform simple in-vitro human toxicological and ecotoxicological laboratory tests and models
- Report laboratory results as research manuscript

### Competencies

- Integrate principles from chemistry, physics, biology, biochemistry and ecology with mass and energy balances to develop and solve simple toxicological questions
- Apply simplified assumptions and estimate model and design parameters in the face of biological variability and uncertainty in measurement and prediction

All contributions to this volume can be found at:

[http://www.ind.ku.dk/publikationer/up\\_projekter/2008-1/](http://www.ind.ku.dk/publikationer/up_projekter/2008-1/)

The bibliography can be found at:

[http://www.ind.ku.dk/publikationer/up\\_projekter/kapitler/2008\\_vol1\\_bibliography.pdf/](http://www.ind.ku.dk/publikationer/up_projekter/kapitler/2008_vol1_bibliography.pdf/)