

Vejledning / Råd og vink

Valgfagsbekendtgørelsen

Materialeteknologi C

Undervisningsministeriet

Afdelingen for gymnasiale uddannelser

2010

Materialeteknologi C - Valgfag

Vejledning / Råd og vink

Afdelingen for gymnasiale uddannelser 2010

Alle bestemmelser, der er bindende for undervisningen og prøverne i de gymnasiale uddannelser, findes i uddannelseslovene og de tilhørende bekendtgørelser, herunder læreplanerne. Denne Vejledning/Råd og vink indeholder forklarende kommentarer til nogle af disse bestemmelser, men indfører ikke nye bindende krav. Desuden gives eksempler på god praksis samt anbefalinger og inspiration, og den udgør dermed et af ministeriets bidrag til faglig og pædagogisk fornyelse.

Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Kapitel 5 indeholder en række paradigmatiske eksempler på undervisningsforløb. Disse er placeret i denne vejledning da faget i skrivende stund ikke har en EMU side.

Indledning

1. Identitet og formål

1.1 Identitet

1.2 Formål

Materialeteknologi i htx

2. Faglige mål og fagligt indhold

Generelt

2.1 Faglige mål

2.2 Kernestof

2.3 Supplerende stof

3. Tilrettelæggelse

3.1 Didaktiske principper

3.2 Arbejdsformer

Tilrettelæggelse

Case

Den afsluttende opgave

3.3 Progression i undervisningen

3.4 It

3.5 Samspil med andre fag

3.6 Undervisningsmaterialer

4. Evaluering

4.1 Løbende evaluering

4.2 Prøve

5. Paradigmatiske eksempler

Eksperimentelt arbejde

Samspil med andre fag

Opgaver

Case

Indledning

Denne vejledning skal ses i sammenhæng med følgende bekendtgørelser:

- Bekendtgørelse om uddannelsen til højere teknisk eksamen (htx-bekendtgørelsen)
- Bekendtgørelse om valgfag fælles for de gymnasiale uddannelser (valgfagsbekendtgørelsen), bilag materialeteknologi C
- Bekendtgørelse om prøver og eksamen i de almene og studieforberedende ungdoms- og voksenuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen)
- Bekendtgørelse om karakterskala og anden bedømmelse.

1. Identitet og formål

1.1 Identitet

”Materialeteknologi er et teknisk fag, som behandler valg af materialer til konstruktioner og produkter, der udnytter materialeteknologien med hensyn til kvalitet, økonomi, miljø og ressourceforhold. Faget er eksperimentelt og kan indgå i et samspil især med naturvidenskabelige og teknologiske fag”.

Faget skal *ikke* ses som et traditionelt ”materialelære”-fag men som et ”materialeteknologi”-fag, dvs. med vægt på sammenhæng til teknologibegrebet og deraf følgende helhedsvurdering.

1.2 Formål

”Materialeteknologi bidrager til uddannelsens overordnede formål ved, at eleven/kursisten styrker sine forudsætninger for at gennemføre videregående uddannelser inden for det tekniske område og kan forholde sig til materialeteknologiske løsninger i omverdenen. Formålet er endvidere at give eleven/kursisten indsigt i materialeteknologiske problemstillinger, herunder i samspillet med de naturvidenskabelige og teknologiske fag, og erfaring i at kombinere teori og praktisk arbejde”.

Materialeteknologi i htx

Når faget gennemføres i htx-uddannelsen kan det indgå i et samspil med især htx-uddannelsens teknologi B og teknikfagene byggeri og energi og design og produktion. Faget bidrager dermed til styrkelse af uddannelsens profil samt styrkelse af teknologi B og teknikfag i projektsammenhæng.

2. Faglige mål og fagligt indhold

Generelt

Faget er tidssvarende og med en væsentlig andel af elev/kursistaktivitet, herunder eksperimentelt arbejde.

2.1 Faglige mål

Nedenfor er anført de faglige mål i læreplanen med kommentarer:

”Eleverne/kursisterne skal kunne gøre rede for forskellige materialer og deres typiske egenskaber på nano-, mikro- og meter-skalaniveau”.

Det kan bl.a. opnås via en gennemgang af elevernes/kursisternes kendskab til kemisk binding. Gennemgangen af de kemiske bindingstyper bør ikke være en simpel repetition af kemiundervisningen. For eksempel kan energiforhold (potentielt energi) inddrages, hvor der ses på den potentielle energis afhængighed af afstanden mellem kernerne for forskellige bindingstyper, herved opnås dels en forståelse af den kemiske bindings sammenhæng med energiforhold og dels en forståelse af ligheden mellem de forskellige bindingstyper.

Desuden kan der fokuseres på strukturerne i en lidt større skala - altså på krystalstrukturer og fiberdannelse, herunder det faktum, at plast danner krystaller selv om den grundlæggende bindingstype er covalent. I behandlingen af krystalstrukturer bør inddrages både regelmæssige strukturer og strukturer med urenheder og/eller fejl i krystalstrukturen. Dette kan blandt andet føre til en behandling af fænomenet ”metaltræthed”. I behandlingen af fiberstrukturer inddrages både forskellige plasttyper og naturligt fibermateriale som bomuld og træ.

Der bør behandles en række eksempler på naturmaterialer og industrielt fremstillede materialer.

Der trækkes linjer fra det atomare plan over krystal/fiberstruktur til materialet, som det fremtræder i dagligdagen. Materialernes egenskaber knyttes til de underliggende strukturer.

Eleverne/kursisterne bør udføre selvstændige eksperimenter, der demonstrerer egenskaberne.

”Eleverne/kursisterne skal kunne foretage en konkret vurdering af et givet materiales fysiske og kemiske egenskaber”.

Dette kan opnås ved gennemgang af nogle eksempler, hvor forskellige velkendte materialer beskrives og deres struktur på atomar og krystal/fiber niveau bruges til direkte at begrunde materialernes velkendte og demonstrerede egenskaber.

Eleverne/kursisterne bør udføre selvstændige eksperimenter, der demonstrerer egenskaberne.

”Eleverne/kursisterne skal kunne foretage et hensigtsmæssigt valg af materiale til en given anvendelse”.

Ved hensigtsmæssighed forstås egnethed til at kunne tilfredsstille en række funktionsmæssige krav under hensyn til økonomiske omkostninger ved fremstillingen, arbejdsmiljømæssige forhold ved fremstilling, bearbejdning og destruktion af materialet og hensynet til det ydre miljø i hele materialets levetid.

Dette opnås dels løbende, idet der hele tiden peges på hvilke materialer, der ville være hensigtsmæssig i det konkrete tilfælde, dels og især i arbejdet med den senere beskrevne case, hvor netop valg af materialer er i centrum.

”Eleverne/kursisterne skal kunne gøre rede for hensigtsmæssige fremstillings-, bearbejdnings- og sammenføjningsmetoder”.

Ved hensigtsmæssighed forstås primært metodernes evne til at opnå de materialeegenskaber, som ønskes, men også hensynet til de personer, der anvender metoderne.

I denne forbindelse bør i lige omfang behandles hensynet til økonomiske forhold, arbejdsmiljøforhold og det ydre miljø. Begrebet "livstidsanalyse" bør inddrages.

"Eleverne/kursisterne skal kunne foretage materialeprøvning på udvalgte materialer og gøre rede for de faktorer, der har betydning for prøvningen".

Dette kan med fordel opnås ved, at der ved alle eksperimenter testes for materialeegenskaber. De egenskaber, der testes for, skal udvælges og afvejes i forhold til elevernes/kursisternes kendskab til egenskaber og testmetoder. Der arbejdes således med en progression i prøvemeterne og især analysen af måleresultaterne. F.eks. kan en styrketest i starten af forløbet alene bestå i fastsættelse af brudstyrken målt i kg, senere bør fænomener som moment og brudspænding inddrages, ligesom begrebet arbejdslinje efterhånden introduceres.

Test af materialers holdbarhed over længere tid kan f.eks. behandles i forbindelse med gennemgangen af overfladeegenskaber og overfladebehandling. Testen kan gå på styrke i forbindelse med mekanisk stress sådan, at materialet gentagne gange bøjes eller på anden måde deformeres, indtil der opstår synlige skader. Eller et materiales overflade udsættes for mekanisk slid og/eller ødelæggende miljø, indtil der opstår synlige skader.

2.2 Kernestof

I læreplanen er kernestoffet:

- *"materialerne metaller, herunder letmetaller samt keramiske materialer, plast, kompositter, træ mm.*
- *atomar-, molekylær-, fiber- og krystalstruktur for udvalgte materialer*
- *egenskaber af betydning for valg af materiale til en given opgave, herunder miljømæssige aspekter, og overblik herover*
- *fremstillingsmetoder for udvalgte materialer*
- *en række bearbejdnings- og sammenføjningsmetoder*
- *forskellige simple materialeprøvningsmetoder"*

Nedenfor er nævnt en række uddybninger af centrale begreber i materialeteknologien. Begreber, der indgår i gennemgangen af kernestoffet:

Fysiske egenskaber kan være: Smelte- og kogepunkt; massefylde; udvidelseskoefficienter; trækstyrke; elasticitet; formbarhed; hårdhed; skørhed, elektrisk og termisk ledningsevne

Kemiske egenskaber kan omfatte: galvanisk og kemisk korrosion; modstandsdygtighed over for syrer, baser, opløsningsmidler og biologiske nedbrydningsprocesser; brandfare; sundhedsrisici; miljømæssige aspekter

Materialers bearbejdelse kan være i forbindelse med: støbning; spåntagning; smedning; ekstrudering; sintring

Overfladebehandling af materialer kan være: hensyn til korrosionsbeskyttelse; dekorative formål; slidbeskyttelse; ændring af friktionsegenskaber; miljømæssige aspekter, biologisk nedbrydning, træbeskyttelse, brandbeskyttelse

Sammenføjningsmetoder kan være: lodning; svejsning; limning; miljømæssige aspekter

Materialevalg kan være hensyntagen til: materialernes egenskaber; proces- og sammenføjningsmetoder; ressourceforhold; design; økonomi; miljømæssige aspekter

Ved gennemgangen af kernestoffet bør udvælges mindst 3-4 inden for hver kategori af de egenskaber, der er nævnt i listen ovenfor. Udvælgelsen bør ske, så de falder naturligt ind i de emner, man beskæftiger sig med. Man bør altså undgå en systematisk gennemgang af en række egenskaber.

De udvalgte områder behandles detaljeret, mens de øvrige områder berøres.

2.3 Supplerende stof

I læreplanen anføres om det supplerende stof:

”Eleverne/kursisterne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof, der skal uddybe, perspektivere og fremdrage nye dimensioner og omfatter en anvendelsesorientering af kernestoffet, har et omfang af ca. 20 pct. af fagets uddannelsesetid. Det supplerende stof samler faget i en helhed og udvælges således, at det i samarbejde med kernestoffet medvirker til udvikling af de faglige mål, perspektiverer og udbygger områder fra kernestoffet og understøtter fagets praktiske dimension”.

Det supplerende stof bør ikke ligge som en blok efter gennemgangen af det obligatoriske stof, men løbende integreres i arbejdet. Dette kan for eksempel ske hvis eleverne/kursisterne viser interessen for en særlig sammenføjningsmetode, der betyder en behandling, som går ud over det obligatoriske stof.

Supplerende stof kan også inddrages, hvis der i lokalområdet er en virksomhed, der anvender særlige fremstillingsmetoder. Det vil så være naturligt at uddybe disse metoder i den teoretiske gennemgang. **En stor del af tiden til det supplerende stof tænkes anvendt på den senere beskrevne case.**

Hvis casen for eksempel omhandler et trafikmiddel, kan man med fordel gennemgå færdselslovgivning og de fysiske love, der er i spil i trafikken. Ligeledes kan det kemiske miljø ved for eksempel vinterkørsel behandles.

3. Tilrettelæggelse

3.1 Didaktiske principper

I læreplanen anføres om didaktiske principper:

”Under anvendelse af primært det induktive undervisningsprincip arbejder eleverne/kursisterne med den teori, der benyttes til løsning af en given problemstilling. Undervisningen foregår som en vekselvirkning mellem teori og elevernes/kursisternes selvstændige eksperimenter med udgangspunkt i tekniske problemstillinger”.

Der kan med fordel anvendes en undervisningsform som betyder maksimal elev/kursist aktivitet.

Eleverne/kursisterne kan således i maksimalt omfang søge information om konkrete materialer, herunder om der findes særlige lovbundne eller frivillige (i forbindelse med certificering) krav til materialet, og selv designe større og mindre eksperimenter.

Generelle teorier og metoder kan gennemgås af læreren, og der bør i den sammenhæng foreligge et skriftligt materiale, der understøtter gennemgangen.

Resultater og erfaringer fra eksperimenterne kan med fordel gennemgås i form af en holddiskussion. På den måde kan der gives en evaluering fra hele gruppen og ikke kun fra læreren.

Læreren bør rette formelle fejl og alvorlige skævheder og mangler i vurderingerne.

3.2 Arbejdsformer

Tilrettelæggelse

Fagets mål kan med fordel nås gennem en etapeopdeling af stoffet svarende til 3 opgaver, en case og den afsluttende opgave.

En samlet undervisningsplan kunne for eksempel være (etapeopdelt):

1. Materialernes grundlæggende egenskaber, herunder atomar/mikro-struktur, styrke og bearbejdnings- og sammenføjningsmetoder. Der kan nu udføres eksperimenter vedr. sammenføjning og bearbejdning inkl. simple test af styrke og holdbarhed.

Der kan rapporteres i form af en grupperapport hvor vægten lægges på evnen til at beskrive komplekse egenskaber (herunder pris) ved forskellige materialer og en deraf følgende anbefaling af hvilken metode, der kan anbefales til forskellige formål.

2. Fremstilling af 2 til 3 forskellige emner og en nøjere beskrivelse af materialernes egenskaber i meterskala, herunder styrke og arbejdslinier. Der kan udføres eksperimenter med fremstilling og test. Man kan med simple midler måle en arbejdslinie for et eller flere materialer. Materialernes overfladeegenskaber kan ligeledes testes.

Der kan rapporteres i form af en grupperapport hvor vægten lægges på mere specifikke egenskaber ved forskellige materialer.

3. Miljø i videste forstand, herunder materialernes holdbarhed i fjendtligt miljø, materialernes livscyklus og arbejdsmiljøforhold. Der kan udføres eksperimenter med holdbarhed og gennemføres virksomheds- og miljøanlægsbesøg. Sådanne besøg kan illustrere:

- forskellige arbejdsmiljøforhold i klassiske fremstillingsvirksomheder og på arbejdspladser, hvor afgasning fra forskellige materialer spiller en rolle i arbejdsmiljøet
- behandlingen, herunder genanvendelsen, af forskellige affaldstyper

Der kan rapporteres i form af en grupperapport, hvor vægten lægges på evnen til at vurdere forskellige materialers holdbarhed ved varierende anvendelse og varierende miljø.

Case

Casen bør være en gennemgang af materialevalget til en konkret genstand. Casen tjener dels som sammenkædning af hele materialeteknologien og dels som mønster for den afsluttende opgave og

demonstrerer hvilke områder, man bør komme ind på og i hvilken dybde, den konkrete genstand analyseres.

Det vil være naturligt med en høj grad af lærerstyring i casen. Der kan gennemføres mindre forsøg eller test i forbindelse med casen, men hovedvægten lægges på evnen til at analysere problemstillingen og afveje forskellige hensyn.

Der vælges en brugsgenstand, f.eks. en trailer til en personbil, og materialetekniske forhold gennemgås. Der kan med udbytte udføres eksperimenter/test.

Da casen fungerer som eksempel, bør læreren være den, der har initiativet. Læreren bør således spille ud med 2-3 muligheder, som alle har tilstrækkeligt potentiale til at dække alle kravene til en case; samtidig efterlades eksempler til brug for eleverne/kursisterne i den afsluttende opgave. Der indledes med en gennemgang af brugsgenstandens konstruktion og hvilke materialer, der typisk anvendes. Hvis der er tale om en genstand, som ofte bruges i forskellige kvaliteter, kan denne kvalitetsforskel og materialevalget i den forbindelse være et særligt punkt i gennemgangen.

- Det undersøges nu, om der findes særlige lovmæssige krav og/eller standardiseringskrav.
- Genstandens opbygning med henblik på mekanisk belastning undersøges, og materialevalget kommenteres.
- Genstandens holdbarhed undersøges – især i forhold til overfladebehandlingen. Hvis genstanden er udsat for mekanisk eller andet slid, eller hvis den anvendes i særligt krævende miljø, inddrages dette naturligvis også.
- Genstandes design vurderes, herunder om modemæssige forhold har betydning for materialevalget.

Da den efterfølgende afsluttende opgave i givet fald skal kunne lægges til grund for den mundtlige prøve i faget, bør det i forbindelse med casen gøres klart, på hvilken måde opgavebesvarelsen vil indgå i prøven og hvilke supplerende spørgsmål, der vil kunne stilles.

Den afsluttende opgave

Opgaven har et omfang svarende til ca. 20 timers uddannelsesetid.

Som afslutning på undervisningen gennemfører eleverne/kursisterne enkeltvis eller i grupper en afsluttende opgave, der som ovenfor nævnt i givet fald skal kunne lægges til grund for den mundtlige prøve i faget. Opgavens struktur og indhold svarer til casen.

Læreren fungerer som konsulent i forbindelse med den afsluttende opgave. Der kan gennemføres mindre forsøg eller test i forbindelse med opgaven.

I læreplanen anføres om den afsluttende opgave:

”Den afsluttende opgave stilles af skolen. I forbindelse hermed vælger eleven/kursisten eller grupper på op til 4 personer i samarbejde med læreren en genstand eller et system af genstande, som gennemgås med hensyn til materialevalg. Der tages udgangspunkt i de metoder, der er anvendt i undervisningen. Der kan i forbindelse med opgavens løsning udføres mindre eksperimenter/test”.

Arbejdet med den afsluttende opgave foregår som en del af undervisningen samt i elevens/kursistens forberedelsestid.

Det bemærkes, at opgaven skal kunne indgå i grundlaget for en årskaracter i faget.

Der laves i den afsluttende opgave et skriftligt produkt (på papir eller et andet almindeligt medium). Se endvidere kapitel 4, 4.2 prøve

Den afsluttende opgave samler og afrunder hele faget. Se eksempel herpå i kapitel 5, den afsluttende opgave.

3.3 Progression i undervisningen

Det bør tilstræbes, at eleverne/kursisterne får en stadig dybere og mere kompleks forståelse for materialers egenskaber og anvendelsesmuligheder. Dette kan ske ved i starten af forløbet kun at se på en enkel, eller få egenskaber ved et materiale, hvorpå der i det fortsatte forløb lægges stadig flere facetter ind i behandlingen af materialeegenskaberne.

Et eksempel på et forløb med progression:

Der startes med gennemgang af bindingstyper og mikroskopiske strukturer. Dette fører til gennemgang af limning. Her udføres eksperimenter, og den første opgave stilles. I opgaven inddrages test og overvejelser om styrke og det ydre miljø's betydning for limningen.

Derpå kan man fortsætte med gennemgang af styrke og arbejdslinier (inkl. forsøg), hvilket kan følges op med en gennemgang af forskellige materialer og deres egenskaber. Nu kan struktur, styrke, fremstilling, nedbrydning, arbejdsmiljø – eller dele deraf – bringes på bane. Den anden opgave kan stilles, og kravene til besvarelsen udbygges via inddragelse af de nævnte emner.

Inden casen afrundes der med behandling af overfladebehandling, hvor alle emner kan komme i spil. Dette gøres i den tredje opgave.

Grundlaget for at kunne vurdere og vælge materialer skulle nu være på plads og ville kunne udnyttes i casen og den afsluttende opgave.

3.4 IT

Anvendelsen af it falder i flere grupper:

Informationssøgning – det vil være oplagt at udvide mængden af viden om et materiale udover, hvad der umiddelbart er tilgængelig på skolen/kurset gennem en søgning på Internettet. I den forbindelse bør læreren spille en aktiv rolle i sorteringen af de indsamlede data.

Dataopsamling – hvor det er muligt bør det vurderes, om opsamling af data på en computer er formålstjenlig til den konkrete måling, f.eks. hvis der skal opsamles en meget stor datamængde på kort tid, eller hvis målingen strækker sig over et meget langt tidsrum. Der bør ske en kritisk behandling af de opsamlede data, både med henblik på relevans og præsentation.

Rapportering – udover brug af tekstbehandling bør især præsentationen af store datamængder på en overskuelig måde være en del af undervisningen.

3.5 Samspil med andre fag

Det er et af hovedformålene med reformen af de gymnasiale uddannelser, at der skal lægges øget vægt på samspil mellem fagene. Strukturen i de gymnasiale uddannelserne muliggør og understøtter et sådant samspil.

Skolen og lærerne bør derfor fremme og sikre dette samspil. Samspillet mellem fagene giver helt nye muligheder for faglig fordybelse og styrkelse af fagligheden.

I det omfang det er muligt, kan der etableres et samarbejde med matematik, fysik og kemi som f.eks.:

Matematik: Ved behandlingen af måleresultater kan matematik bidrage ved konkrete beregninger, herunder især via anvendelsen af regneark og statistiske metoder.

Fysik: Ved behandlingen af kræfter og momenter kan fysik understøtte forståelsen af disse begreber, ligesom energibegrebet og specielt potentiel energi kan udbygges i fysikundervisningen. Der kan etableres en fælles standard for rapportskrivning.

Kemi: Bindingsteorien er et fælles område for materialeteknologi og kemi, men normalt vil stoffet være færdigbehandlet i kemi, når materialeteknologi begynder. Der kan dog stadig etableres et samarbejde, når bindingsteorien anvendes i kemiundervisningen.

Kemi tilføres herved flere facetter.

Behandlingen af plast kan specielt koordineres mellem materialeteknologi og kemi.

Htx-uddannelsen

Samarbejdet kan gavne alle de berørte fag, idet materialeteknologi kan understøttes af andre fag og give inspiration til nye facetter i undervisningen i øvrige fag.

I htx-uddannelsens 2. år vil der især kunne etableres samarbejde med teknologi B på 2. år som f.eks.:

Teknologi B: Når teknologi B behandler konstruktion i forbindelse med f.eks. sammenføjningsteknikker og problemer omkring styrke vil et samarbejde være naturligt.

I det omfang teknologi B behandler overfladebehandling vil et samarbejde ligeledes være naturligt.

De elever, der har materialeteknologi, kan i teknologi B med fordel arbejde i grupper på op til 4 deltagere og lave et produkt, der udnytter den indsigt, der opnås i materialeteknologi. I materialeteknologi kan den ekstra tid, der bliver til rådighed, udnyttes til at give faget større dybde (faglighed).

I htx-uddannelsens 3. år vil et nærmere samarbejde med teknikfaget være oplagt og være både bredere og dybere end samarbejdet med teknologifaget på 2. år. Et samarbejde kan især gennemføres i forbindelse med det særskilte projekt til projektpøven i teknikfaget. Dette samarbejde bør, hvor det kan lade sig gøre, etableres på et så tidligt tidspunkt, at en langtidstest af et materiale bliver mulig. Det kan således være nødvendigt at starte samarbejdet inden eleverne påbegynder projektet. Muligheder kan f.eks. være:

Teknikfag: Når teknikfaget behandler konstruktion i forbindelse med f.eks. sammenføjningsteknikker og problemer omkring styrke vil et samarbejde være naturligt.

Når teknikfaget behandler overfladebehandling vil et samarbejde ligeledes være naturligt.

Ved udvikling/fremstilling af produkter kan eleverne i projektarbejdet i teknikfaget udnytte den indsigt, der opnås i materialeteknologi. I materialeteknologi kan den ekstra tid, der bliver til rådighed, udnyttes til at give faget større dybde. I forbindelse med casen og især den afsluttende opgave i materialeteknologi kan der med teknikfaget arbejdes med parallelle eller overlappende problemstillinger og/eller materialer.

Der kunne f.eks. etableres et samarbejde omkring træ, metaller, tekstiler m.v, hvor de enkelte fag i et sammenspil arbejder med de faglige mål der tilsammen udgør en mulighed for en faglig fordybelse.

3.6 Undervisningsmaterialer

Kilder til undervisningsmateriale kan være:

- lærebøger i fysik, især afsnit om kræfter og energi
- lærebøger i kemi, især afsnit om bindingsteori, opløselighed og plast
- bøger/hæfter om særskilte emner for eksempel overfladebehandling
- tilpasset undervisningsmateriale fra ingeniørskoler
- tilpasset materiale fra private virksomheder
- tilpasset materiale fra Internettet kunne være:
 - Metaller og materialeprøvning:**
 - www.fagteori.dk
 - På www.wikipedia.org findes seriøse oplysninger om mange materialer.
 - Plast:**
 - Plastindustriens hjemmeside: www.plast.dk
 - Leverandører: www.vink.dk el. www.rias.dk
 - Cement/beton:**
 - www.aalborgportland.dk
 - Træ:**
 - www.trae.dk
- relevante firmahjemmesider i forbindelse med løsning af konkrete opgaver
- <http://infoguide.emu.dk/Index.pub>

4. Evaluering

4.1 Løbende evaluering

Hvis der arbejdes efter den nævnte model med 4 lange forløb med udarbejdelse af gruppe-rapporter, kan forløbet passende afsluttes med en holddiskussion. Som forberedelse til diskussionen har alle elever/kursister læst alle grupperes rapporter. Der sker derpå en kritisk gennemgang af alle grupperes rapporter med det formål at forbedre elevernes/kursisternes evne til at planlægge, udføre, beskrive og vurdere eksperimenter. Desuden bør diskussionen ledes på en sådan måde, at eventuelle mangler og fejl i elevernes/kursisterne viden udfyldes og korrigeres.

Da der er tale om en progression i rapporternes indhold og i diskussionerne, bør evalueringen af det forrige forløb afsluttes med en præcisering af på hvilke områder, der stilles større forventninger til den kommende rapport.

4.2 Prøve

Den afsluttende opgave ligger til grund for den mundtlige prøve i faget.

I læreplanen anføres om den afsluttende opgave:

”Den afsluttende opgave stilles af skolen. Opgaven har et omfang svarende til 20 timers uddannelsestid. I forbindelse hermed vælger eleven eller grupper på op til 4 personer i samarbejde med læreren en genstand eller et system af genstande, som gennemgås med hensyn til materialevalg. Der tages udgangspunkt i de metoder, der er anvendt i undervisningen. Der kan i forbindelse med opgavens løsning udføres mindre eksperimenter/test”.

Formuleringen af den afsluttende opgave kan foretages af læreren, eller eleven/kursisten kan selv i samarbejde med læreren formulere sin opgave.

Se eksempel i kapitel 5, paradigmatisk eksempel.

I forbindelse med prøven bemærkes det, at en fortegnelse over opgaveformuleringerne af eksaminandernes afsluttende opgaver sendes til censor forud for prøvens afholdelse.

Endvidere bemærkes det, at den afsluttende opgave forinden prøven ikke er rettet og kommenteret af læreren.

Der laves i den afsluttende opgave et skriftligt produkt (på papir eller et andet almindeligt medium).

Vedr. selve eksaminationen og bedømmelsen henvises til fagets læreplan.

Der gives efter 7-trinsskalaen en prøvekarakter i faget. Der henvises til karakterbekendtgørelsens bestemmelser om karakterskalaen. Til støtte for karaktergivning er nedenfor anført en beskrivelse for 3 karakterer:

Karakter beskrivelse

12 Fremragende: Eksaminanden argumenterer velbegrunder for det faglige indhold i opgaven og demonstrerer med uvæsentlige mangler overblik over faget.

Eksaminanden kan svare på uddybende og supplerende spørgsmål med kun uvæsentlige mangler.

7 Godt: Eksaminanden redegør for det faglige indhold i opgaven og demonstrerer i rimelig grad overblik over faget.

Eksaminanden kan i rimelig grad svare på uddybende og supplerende spørgsmål.

2 Tilstrækkeligt: Eksaminanden beskriver det faglige indhold i opgaven og demonstrerer i mindre grad overblik over faget.

Eksaminanden kan i mindre grad svare på uddybende og supplerende spørgsmål.

5. Paradigmatisk eksempel

Eksperimentelt arbejde

Eksempel 1. Arbejdslinjer

Man kan komme langt med simple midler – for eksempel kan man få en god forståelse af arbejdslinjer ved at måle arbejdslinjen for en murersnor ved hjælp af en vandspand og en målestok.

Murersnoren er forholdsvis elastisk og kan forlænges 10-15%. Spændingen i snoren øges ved at fylde afmålte mængder vand i spanden, og den relative forlængelse måles løbende ved hjælp af målestokken. Jævnligt i forsøgsforløbet måles snorens diameter med en mikrometerskrue. Dette fortsætter til snoren sprænges. Nu kan spændingen i snoren beregnes løbende – for eksempel ved hjælp af et regneark, og spændingen kan afbildes som funktion af den relative forlængelse. Der fremkommer en acceptabel ret linje, men der vil ikke kunne ses noget flydeområde. Før eller efterfølgende kan arbejdslinjer som er lavet på professionelt udstyr gennemarbejdes.

Eksempel 2. Lim

Ved planlægningen af eksperimenter er det centralt, at eleverne/kursisterne selv definerer målefeltet på baggrund af overvejelser om, hvilke egenskaber der kan/bør testes. For eksempel kan eleverne/kursisterne i et eksperiment med lime overveje hvilke lime, der egner sig til forskellige materialetyper og derpå opstille en række forsøg, som både tester på velegnede materialetyper til den pågældende lim og på materialer, der ikke er velegnede til den pågældende limtype. Der kan opstilles følgende tjekliste, som eleverne/kursisterne anbefales at følge:

- hvilken hovedlimtype: tørrende (vand/organisk opløsningsmiddel), smeltelim, enkeltkomponent hærdende, to-komponent hærdende.
- overfladernes beskaffenhed – overfladespændinger
- tid – hvor hurtigt skal limningen belastes
- pris
- miljø

Eksempel 3. Fremstilling, holdbarhed og test

Det anbefales, at man fremstiller og/eller tester materialer, der er lette af fremstille eller at skaffe. Det er vigtigere, at demonstrere en given egenskab med et materiale, der måske ikke anvendes længere, end at forsøge at fremstille materialer, som overstiger de aktuelle muligheder.

Eksempler på anvendelige materialer:

- støbte materialer som legeringer og beton, hvor for eksempel balandingsforhold kan varieres
- kulfiber (kun som testobjekt)
- kompositmaterialer og/eller laminerede materialer. Man kan selv fremstille simple materialer og teste på disse og industrielt fremstillede materialer
- sintrede materialer som tegl – gerne i form af keramik

Vedrørende valg af materialer:

- valg af materialer til opgaver der kræver stor trykstyrke
- valg af materialer hvor elasticitet er vigtig
- valg af materialer hvor stor formbarhed er ønsket
- valg af materialer hvor der samtidigt ønskes lav masse og stor styrke

Eksempel 4. Lokal fremstillingsvirksomhed

Der kan med fordel tages udgangspunkt i en lokal fremstillingsvirksomhed. Virksomhedens produktion analyseres specielt med henblik på valg af materialer. Mange virksomheder skal leve op til bestemte normer og standarder og har derfor testudstyr til at kontrollere produktkvaliteten. Disse test kan se simple ud, men dækker tit over for eksempel måling af en arbejdslinje eller andre målemetoder, som indgår i materialeteknologi fagets pensum.

Både fremstillingen af et materiale og test af materialet kan således foregå i samarbejde med en eller flere lokale virksomheder.

Samspil med andre fag

Samspil med fysik/matematik/kemi

Eleverne/kursisterne vælger et materiale. Det kan være alt fra tekstil til keramisk materiale. For det pågældende materiale undersøges slidtage, korrosion, friktion, overfaldebehandling, densitet og syre/base bestandighed.

Eleverne/kursisterne kan gennemføre et gnidningsforsøg på et skråplan bestående af forskellige materialer. Med matematik kan der arbejdes med trigonometri til at udregne kræfternes komponenter samt hældningen af skråplanet. Med fysik kan der arbejdes med kræfter, specielt gnidningskraften, og hvilken indflydelse hældningen af skråplanet har på bevægelsen.

Såvel skråplanet som en klods, der kan glide på skråplanet, belægges med det valgte materiale og der udføres et forsøg, hvor eleverne/kursisterne arbejder med hastighed og acceleration samt kræfter.

Forsøget kan udføres både på et tørt og vådt underlag f.eks. olie.

Desuden kan der på klodsens foretages slidtage af materialet i form af mekanisk slidtage og/eller kemisk slitage (syre/base). Det vil være muligt at se en del af korrosionen og slidtagen i mikroskop og derved inddrag kemi.

Eleverne/kursisterne får brug for viden inden for materialeopbygning og gitterstruktur som en del af materialefysikken. Ved valg af materialer kan der indtænkes overfaldebehandling i form af brandhæmmende materialer, maling, elektrolyse m.m. Desuden kan der ses på indflydelsen på friktionen og dermed gnidningskraften.

Hvis materialeteknologi C ligger på 3. år i htx-uddannelsen vil der være mulighed for at samarbejde med fysik A inden for dette fags valgemner og elevernes selvstændige projekter.

Samspil med design C eller B

Når eleverne/kursisterne arbejder med et valgt materiale kunne et samarbejde etableres med design C eller B, idet der kunne fokuseres på den designmæssige vinkel på materialet i forbindelse med design fagets behandling af designprocessen eller design i et historisk perspektiv. Der kunne hermed inddrages en ekstra dimension i materialeteknologi.

Samspil i htx-uddannelsens 2. år med fysik, kemi, teknologi B og design C eller B

Der kunne f.eks. etableres et samarbejde omkring tekstiler, hvor de enkelte fag arbejder med følgende:

- teknologi: mode
- design: designmæssige vinkler
- kemi: stoffers egenskaber i form af elasticitet og vejrbestandighed (syre/base)
- fysik: overfaldebehandling og densitet

Teknologi B

Samspil i htx-uddannelsens 2. år med teknologi B

I teknologi B kunne der f.eks. arbejdes med temaet legetøj.

Et oplagt samarbejde med materialeteknologi kunne i den forbindelse være inddragelse af de forskellige indgåede materialers egenskaber, deres holdbarhed, den designmæssige side samt overfladebehandlingen af materialet.

Opgaver

De 3 opgaver, der anbefales at gennemføres inden casen, skal fungere som afrunding og repetition af det enmeområde, der har været behandlet. Samtidigt skal opgaverne gradvis føre frem til udarbejdelsen af den afsluttende opgave. Eleverne/kursisterne skal derfor gradvist gøres fortrolig med den form og dybde, der forventes i den afsluttende opgave.

Den første opgave bør koncentrere sig om simple valg (få parametre) og elementær måleteknik.

Vurderingsmæssigt bør der ikke inddrages mere end et aspekt som f.eks. forholdet mellem pris og kvalitet.

Den anden opgave bør dels overlade en større del af tilrettelæggelsen til eleven/kursisten, dels yderligere inddrage generelle aspekter som f.eks. miljø.

I den tredje opgave bør alle aspekter i spil. Her kan f.eks. overfaldebehandling, design, genanvendelighed og andre komplekse forhold inddrages.

Case

Eksempel: Trailer til en personbil

Traileren er valgt, fordi der er tale om en kompleks genstand, der typisk anvendes udendørs. Desuden stilles der

- lovgivningsmæssige krav
- krav om lang holdbarhed
- krav om simpel vedligeholdelse
- krav om anvendelighed for alle med kørekort
- krav om mange forskellige udformningsmuligheder

Indledningsvis analyseres de ovennævnte krav.

Materialevalget gennemgås i forbindelse med:

- den nødvendige styrke af bærende konstruktioner og tilslutning til bil
- den normale udformning af ladet og andre dele der udsættes for slitage
- den normalt anvendte overfladebehandling – herunder dekorative elementer/reklame
- miljøforhold: arbejdsmiljø i forbindelse med produktion og anvendelse og muligheden for genbrug og miljømæssig skrotning
- variationer i udformning

Andre eksempler

Andre case muligheder kunne f.eks. være:

- legepladsen, hvor der kunne udvælges et eller to legeredskaber

- et tivoli eller andre forlystelser
- håndværktøj, herunder elektrisk
- smykker og modetøj
- emballagetyper
- udendørs julepynt/belysning
- fyrværkeri
- regnvejrstøj til børn og voksne

Den afsluttende opgave

Til eleverne/kursisterne:

Som afslutning på undervisningen i materialeteknologi C skal du løse en afsluttende opgave.

Opgaven skal i givet fald ligge til grund for den mundtlige prøve i faget, så det er vigtigt at få lavet opgaven og få den afleveret til tiden. Du kan ikke gå til prøve uden denne opgave.

Eksempel: En offentlig legeplads til førskolebørn

I opgaven ønskes en redegørelse af:

- formålet med legepladser af denne type, herunder pædagogiske
- de lovgivningsmæssige krav der stilles til udformningen af denne type legepladser
- udvalgte eksempler på udformningen af legeredskaber med hensyn til materialerne styrke, slidstyrke, holdbarhed, beskyttelse imod utilsigtet brug (af store men uansvarlige ”børn”) og udsmykning
- miljø – herunder muligheden for ”økologiske legepladser”
- anlægssomkostninger og vedligeholdssomkostninger