

Statistik C, valgfag

Vejledning

Undervisningsministeriet

Styrelsen for Undervisning og Kvalitet

Gymnasiekontoret, marts 2018

Vejledningen præciserer, kommenterer, uddyber og giver anbefalinger vedrørende udvalgte dele af læreplanens tekst, men indfører ikke bindende krav.

Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

1. Identitet og formål	2
1.1. Identitet	2
1.2. Formål	2
2. Faglige mål og fagligt indhold	3
2.1. Faglige mål	3
2.2. Kernestof	5
2.3. Supplerende stof	7
2.4. Omfang	8
3. Tilrettelæggelse	8
3.1. Didaktiske principper	8
3.2. Arbejdsformer	9
3.3. It	11
3.4. Samspil med andre fag	11
4. Evaluering	12
4.1. Løbende evaluering	12
4.2. Prøveform	13
4.3. Bedømmelseskriterier	14

1. Identitet og formål

1.1. Identitet

Faget statistik C er et gymnasialt valgfag. Faget omhandler grundelementer fra sandsynlighedsregning, statistik og eksplorativ dataanalyse til løsning af såvel teoretiske som praktiske problemstillinger. Faget giver derfor baggrund for at arbejde med sandsynlighedsregning, statistik og stokastiske modeller både i praksissituationer og som delelement i en videregående uddannelse.

Undervisningen i faget statistik C forudsætter et solidt kendskab til beskrivende statistik, matematisk analyse og algebra svarende til indhold og mål for matematik niveau C eller 1. år af matematik niveau B/A på de gymnasiale uddannelser.

Fagets identitet er i læreplanen beskrevet på følgende måde:

Faget statistik er et fag fra den matematiske faggruppe, og er et videns-, kundskabs og færdighedsfag. Teori og metoder fra statistik anvendes inden for både de samfundsvidenskabelige, de naturvidenskabelige og de tekniske fag. I faget statistik arbejdes med grundelementer fra sandsynlighedsregning, statistik og eksplorativ dataanalyse, herunder Big Data, med henblik på løsning af såvel teoretiske som praktiske problemstillinger. [LP 1.1]

Dermed følger, at faget statistik C har både en teoretisk og en praktisk dimension begrundet i den teori og de metoder der arbejdes i på de anvendelses- og videnskabsområder, som faget og uddannelsen indgår i. Fagets identitet er derfor ikke statisk eller uafhængig af konteksten, men vil netop ændre sig i kraft af forskellige genstandsområder, som hentes fra de øvrige fag i uddannelsen.

1.2. Formål

Det fremgår af de gymnasiale uddannelsers formål, at uddannelserne skal medvirke til, at eleven udvikler selvstændighed og evne til ræsonnement, analyse, generalisering og abstraktion samt innovation og kreativitet. Faget statistik C skal ligesom de øvrige fag bidrage til den overordnede målsætning for den specifikke uddannelse, faget optræder i, hvilket også er beskrevet i fagets formålsparagraf:

Faget statistik C bidrager til uddannelsens overordnede målsætning, ved at eleverne opnår bred indsigt i teori og metoder fra sandsynlighedsregning og statistik. [LP 1.2]

Her tænkes bl.a. på at arbejdet med sandsynlighedsteoretiske og statistiske problemstillinger forudsætter en høj grad af evne til analyse og generalisering, ligesom arbejdet med disse discipliner udvikler elevens abstraktionsevne, elevens evne til ræsonnement og elevens kreativitet.

I undervisningen i faget skal der parallelt med arbejdet med fagligt indhold og faglige kompetencer arbejdes med elevens almene dannelse både med henblik på at opfylde ovenstående overordnede mål og med henblik på at træne elevens studiekompetence:

Eleverne opnår endvidere indsigt i og opøver evnen til refleksion over, i hvilke undersøgelser og erhvervsmæssige sammenhænge sandsynlighedsregning og statistik kan finde anvendelse. [LP 1.2]

Undervisningen i faget skal også sigte på praktisk anvendelse af metoder og modeller. Genstandsområderne for praksisdimensionen skal vælges med respekt for den specifikke uddannelse faget indgår i, således at fagets rolle som støtte- eller anvendelsesfag ved arbejde/analyser i de øvrige fag bliver prioriteret højt. Ligeledes kan inddragelse af anvendelsesområder fra de øvrige fag være en ekstra motivationsfaktor for eleven for at arbejde med sandsynlighedsregning og statistik og medvirke til at give faget en helt speciel legitimitet i uddannelsen. Uanset hvilken uddannelse faget indgår i er det endvidere nødvendigt, at de elementer i faget, der kan anvendes ved analyser, hvori der indgår globale og internationale sammenligninger, inddrages:

Endelig styrkes elevernes evne til at anvende teori og metoder fra faget på konkrete samfundsvidenskabelige, naturvidenskabelige eller tekniske problemstillinger herunder problemstillinger, der rummer internationale eller globale sammenligninger. [LP 1.2]

Et afledet formål med, at eleven arbejder med faget, er, at eleven efter at have gennemført undervisningen skal udvise evner og mod til at udvikle og realisere egne analysemodeller, opstille egne hypoteser, afprøve disse og formidle modeller – og analyseresultater – i et hensigtsmæssigt sprog og med anvendelse af relevante illustrationer. Endvidere skal eleven efter forløbet også have et fagligt fundament, der gør vedkommende i stand til at indgå i et samarbejde med andre personer om opbygning af statistiske modeller, opstilling af hypoteser og gennemførelse af analyser.

2. Faglige mål og fagligt indhold

2.1. Faglige mål

Generelt skal eleven efter at have gennemført undervisningen i statistik C have faglige kompetencer svarende til, at fagets formål er opfyldt. Dette sikres ved opnåelse af de kompetencemål, der er fastlagt i læreplanen. Alle mål skal nås, og rækkefølgen i læreplanen er ikke udtryk for en prioritering af målene.

Hvorvidt eleven kan opfylde fagets mål, kan bl.a. undersøges ved at vurdere eleven i forhold til bedømmelseskriterierne ved den mundtlige prøve. De opstillede bedømmelseskriterier kan betragtes som en operationalisering af fagets samlede mål med henblik på vurdering af elevens præstation ved prøven.

I det følgende uddybes de faglige mål fra læreplanen, hvor det er fastsat at eleven skal kunne:

- *håndtere sandsynlighedsteoretiske og statistiske begreber i både teoretiske og praktiske situationer [LP 2.1]*

For at opfylde dette mål, skal eleven have kendskab til centrale sandsynlighedsteoretiske og statistiske begreber, ligesom elevens skal kunne håndtere disse i et sådant omfang, at begreberne (herunder eventuelle formeludtryk) kan anvendes som værktøjer ved problemløsning. Eleven skal kunne aktivere begreber, formler og områder fra faget, uanset om de sandsynlighedsteoretiske eller statistiske områder præsenteres i rendyrket teoretisk form eller som elementer i en større praktisk orienteret sammenhæng. Eleven skal derfor som udgangspunkt kunne identificere problemer med sandsynlighedsteoretisk eller statistisk indhold og efterfølgende kunne aktivere fagets begrebsapparat i praksis på en reflekteret og kompetent måde. Eksempelvis skal eleven efter at have beskæftiget

sig med emnet ”stokastiske variable” ud fra en given problemstilling være i stand til at afgøre, hvorvidt en stokastisk modellering med fordel kan foretages ved hjælp af en diskret eller ved hjælp af en kontinuert stokastisk variabel.

– *formulere og løse autentiske stokastiske problemer* [LP 2.1]

For at opfylde dette mål, skal eleven kunne identificere og gennemskue situationer, hvori sandsynlighedsteori eller statistik vil kunne anvendes til løsning af et problem, hvor de grundliggende data er hentet fra elevens dagligdag eller fra genstandsområder i andre fag i uddannelsen. Eleven skal i en given situation kunne systematisere data og herudfra formulere problemstillinger, der kan løses ved hjælp af sandsynlighedsteori eller statistik. Eleven skal ligeledes kunne opstille en model og gennemføre en analyse ved hjælp af den teoretiske viden og de begreber og værktøjer, eleven har arbejdet med i faget statistik C. Eksempelvis er det en del af målet, at eleven skal kunne skelne mellem basale forhold, der vedrører de gennemgåede fordelinger, samt kunne anvende disse fordelinger (med fornuftige parametervalg) i forbindelse med modellering og løsning af praktiske problemstillinger. Endvidere skal eleven være i stand til at løse de opstillede problemer evt. med inddragelse af tekniske hjælpemidler for eksempel it, og slutteligt skal eleven være i stand til at præsentere sin model, sin analyse og sine resultater på en hensigtsmæssig form, hvilket også er beskrevet i det følgende mål:

– *fortolke og formidle sandsynlighedsteoretiske eller statistiske udsagn og tekster* [LP 2.1]

Eleven skal være i stand til i dagligdags sprog og ved hjælp af relevante repræsentationer (tekst, tabel, graf mv.) at gøre rede for det sandsynlighedsteoretiske eller statistiske indhold i tekster eller udsagn (for eksempel tabeller eller grafer fra dagspressen) og kunne fortolke egne og andres resultater i forhold til den givne problemstilling. Dette nødvendiggør, at eleven træner evnen til at forholde sig kritisk og reflekterende til egne eller andres sandsynlighedsteoretiske eller statistiske udsagn eller tekster (produkter), ligesom eleven skal træne evnen til at arbejde kreativt. Fortolkningen og præsentationen af sandsynlighedsteoretiske eller statistiske udsagn og tekster skal kunne gennemføres mundtligt. Eleven skal endvidere blive i stand til selvstændigt at formidle statistiske udsagn på en hensigtsmæssig måde for eksempel gennem grafiske præsentationer eller gennem beregning af deskriptorer eller sandsynligheder, som ligeledes fortolkes i forhold til det aktuelle problem. Det er af væsentlig betydning, at eleven indser, hvornår en given problemstilling ”befinder” sig i virkelighedens verden og hvornår, der er tale om en model af virkeligheden.

– *udvælge og benytte relevante hjælpemidler, herunder it-værktøjer.* [LP 2.1]

En stor del af arbejdet med indlæring af sandsynlighedsteoretiske og statistiske elementer bør foregå gennem arbejde med konkrete – og som nævnt ovenfor så vidt muligt autentiske – problemstillinger. Der vil altså være megen talbehandling – og eller arbejde med grafiske repræsentationer - i både den teoretiske og praktiske dimension i faget. Til dette arbejde skal eleven lære at udvælge og håndtere relevante tekniske hjælpemidler, da megen talbehandling og simulation vil være rutinearbejde som med fordel kan gennemføres ved hjælp af regneark, statistiske it-programmer for eksempel SAS og R eller andre, således at eleven får en solid baggrund for at kunne udvælge et hensigtsmæssigt hjælpemiddel ud fra den konkrete arbejdsopgaves karakter.

I den praktiske tilrettelæggelse af undervisningen i faget, kan det være en fordel at nedbryde ovenstående mål fra læreplanen i konkrete evaluerbare delmål, hvor hvert delmål kan indeholde elementer fra et eller flere af læreplanens målpinde. Endvidere kan det af hensyn til tilrettelæggelsen og muligheden for at evaluere hvert gennemført emne-, tema-, case- eller projektforsløb være ”nyttigt” at fokusere på udvalgte dele af ovenstående mål for et givet forløb.

2.2. Kernestof

Undervisningen i kernestoffet er obligatorisk uanset hvilken gymnasial uddannelse og hvilke studieretninger, faget optræder i. Det konkrete indhold i kernestoffet kan være afhængigt af de fag eller fagområder faget kan eller skal spille sammen med i uddannelsen eller studieretninger, således at fagets mål delvist nås gennem kernestof, der henter sit genstandsområde fra andre fag/fagområder, som eleven aktuelt beskæftiger sig med.

Alle områder i kernestoffet skal inddrages i undervisningen, således at eleven har en solid basis – både teoretisk og praktisk - at arbejde ud fra i praktiske eller erhvervsmæssige sammenhænge eller i forbindelse med videre uddannelse.

I læreplanen er kernestoffet fastlagt og beskrevet i fire overordnede dele:

– *grundlæggende sandsynlighedsregning og kombinatorik* [LP 2.2]

Følgende begreber bør omfattes af gennemgangen af den grundlæggende sandsynlighedsregning: Sandsynlighedsfelt (symmetriske og ikke-symmetriske), stokastisk eksperiment, udfaldsrum, udfald, hændelse, sandsynlighedsfunktioner. Begreberne behandles både i et teoretisk og i et anvendelsesorienteret perspektiv, og det kan anbefales at introducere begreberne gennem et sammenhængende eksempel, der kan omhandle et simpelt spil (kast med terninger el. lign).

Arbejdet med kombinatorik kan med fordel knyttes sammen med arbejdet med sandsynlighedsregning. Området kombinatorik kan med fordel introduceres ved hjælp af et eksempel, der fx kan handle om udvalg af medlemmer til et konkret arbejdsudvalg (klassefest, elevråd...). For at give eleven en forståelse af emnets kompleksitet kan der tages udgangspunkt i udvælgelse med/uden tilbagelægning (med/uden gentagelse) samt ordnet/ikke ordnet (rækkefølge med/uden betydning). Undervisningen kan udover gennemgang af begreberne fakultet, permutation og kombination omfatte beregninger af simple kombinatoriske sandsynligheder. Det kan anbefales, at formlen for $K(n, r)$ udledes i det generelle tilfælde, således at eleven vil få baggrund for at forstå formlen til bestemmelse af punktsandsynligheder i binomialfordelingen.

Anden del af kernestoffet indeholder:

– *stokastiske variable og sandsynlighedsfordelinger* [LP 2.2]

Afhængigt af den rækkefølge, de forskellige indholdselementer inddrages i undervisningen, kan de stokastiske variable med fordel enten defineres ud fra grundlæggende sandsynlighedsteori eller ud fra det kendskab til den beskrivende statistik, eleven forudsættes at være i besiddelse af.

Undervisningen bør omfatte følgende begreber for den diskrete henholdsvis den kontinuerte stokastiske variabel: Sandsynlighedsfordeling (punktsandsynlighed) og tæthedsfunktion, fordelingsfunktion (sumfunktion), middelværdi (gennemsnit), varians og standardafvigelse. Endvidere kan inddrages lineære transformationer af stokastiske variable i emnet.

I forlængelse af – eller som motivation for - arbejdet med stokastiske variable skal eleven som del af kernestoffet have kendskab til elementære fordelinger. Redegørelser for basale forhold (grafiske beskrivelser af sandsynlighedsfunktion/ tæthedsfunktion og fordelingsfunktion, middelværdi og varians) for de gennemgåede fordelinger indgår i emnet, ligesom anvendelser af fordelingerne i forbindelse med modellering og løsning af praktiske problemstillinger bør medtages.

Som udgangspunkt for arbejdet med fordelingerne vil det anbefales at tage udgangspunkt i praksis og anvende autentiske data gerne fundet eller produceret af eleven – eventuelt data skabt af eleven i andre fag.

I tilknytning til arbejdet med fordelingerne kan emnet uafhængighed og uafhængige hændelser gennemgås som supplerende stof. Fra det supplerende stof kan også arbejdes med tilnærmelser af binomialfordelte stokastiske variable til normalfordelte stokastiske variable, ligesom standardisering af en vilkårlig normalfordelt stokastisk variabel til en stokastisk variabel, der er standardnormalfordelt, kan indgå i arbejdet. Endvidere kan sammenhængen mellem binomialfordelinger og normalfordelinger undersøges.

Endeligt omfatter kernestoffet hovedemnet:

statistiske test [LP 2.2]

Testteorien bør så vidt muligt gennemgås ved anvendelse af praktiske eksempler fra f.eks. kvalitetskontroller og spørgeskemaundersøgelser gennemført i undervisningen i andre fag, dog med stadig inddragelse af de logiske ræsonnementer, der ligger til grund for formler og metoder. De elementer, der indgår i kernestoffets område vedr. test, kommer derved til at afhænge af traditioner og kultur i den aktuelle uddannelse. Det forventes, at der enten arbejdes med test gennemført ved opstilling af konfidensintervaller (kritiske intervaller) eller med test gennem opstilling af hypoteser, der accepteres/forkastes på baggrund af et på forhånd fastlagt kriterium (teststørrelse eller p-værdi). Uanset om der arbejdes med konfidensintervaller (kritiske intervaller) eller med hypotesetest bør metoden anvendes på både parameteren μ (middelværdien) i normalfordelingen og for parameteren p (sandsynlighedsparameteren) i binomialfordelingen. Hypotesetest kan gennemgås som både enkeltside og dobbeltsidede test.

Vælges det at gennemgå emnet test ved inddragelse af konfidensintervaller (kritiske intervaller) vil det være naturligt at inddrage emnet standardisering af normalfordelingen som supplerende stof, og det vil være relevant at gennemgå dette emne inden eller parallelt med gennemgang af testteorien.

Der anvendes lommeregner eller it til beregninger (bemærk at lommeregnere og regneark ofte benytter p-værdi metoden til test).

2.3. Supplerende stof

I læreplanen for faget er det anført at:

Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof skal medvirke til indsigt i, hvor og hvordan sandsynlighedsteoretiske og statistiske metoder finder anvendelse i samfundsvidenskabelige, naturvidenskabelige eller tekniske sammenhænge, samt understøtte fagets praktiske dimension.

Der kan indgå materiale på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog. [LP 2.3]

Det supplerende stof skal altså udvælges så:

- det medvirker til at opfylde uddannelsens overordnede mål
- det medvirker til opfyldelse af fagets mål
- det styrker fagets muligheder for at indgå i samspil med andre studieretningsfag eller sammen med de obligatoriske fag i uddannelsen
- stoffet har anvendelsesorienterede aspekter

Hvor det er muligt bør det supplerende stof udvælges, således at der er en direkte sammenhæng mellem kernestoffet og det supplerende stof.

Endvidere bør det supplerende stof udvælges under hensyntagen til elevgruppens interesser, ligesom elevgruppen kan have indflydelse på valg af supplerende stof.

I det følgende vises eksempler på emner, der kan indgå i det supplerende stof. Nedenstående oversigt må ikke opfattes som komplet; andre emner og områder kan ligeså godt udfylde det supplerende stof, blot ovenstående krav til udvælgelsen er opfyldt.

Eksempel på supplerende stof i sandsynlighedsregning: Betingede sandsynligheder.

Betingede sandsynligheder defineres og danner baggrund for definitionen af uafhængighed. Uafhængighed kan illustreres ved antalstabeller eller grafisk for eksempel ved hjælp af Venn-diagrammer, hvilket kan give eleverne en ”kreativ” tilgangsvinkel til denne type af problemer. Relevante sætninger om betingede sandsynligheder medtages og illustreres med eksempler, således at sætninger og formler indføres som nyttige repræsentationer og generaliseringer af dagligdags fænomener.

Eksempel på supplerende stof i emnet stokastiske variable: Standardisering af en normalfordelt stokastisk variabel.

Dette emne, som kan inddrages i det supplerende stof, giver en ny dimension til emnerne ”stokastiske variable” og ”fordelinger” fra kernestoffet. Indholdet bør bygges op omkring udsagn om transformationer af generelle stokastiske variable. Udsagnene konkretiseres til specielt at gælde normalfordelte stokastiske variable. Anvendelsesområderne for standardiseringen bør indgå med stor vægt i emnet.

Eksempel på supplerende stof i emnet stokastiske variable: Tilnærmelse af en binomialfordeling til en normalfordeling.

Approksimation af en binomialfordeling til en normalfordeling kan udledes teoretisk ved hjælp af den centrale grænseværdisætning. Indholdet kan desuden omfatte betingelserne for approksimation for at undgå ekstreme højre- og venstreskæve tilfælde, ligesom proble-

merne ved at tilnærme en diskret variabel til en kontinuert variabel kan indgå i indholdet. Anvendelsesområderne for approksimationen bør indgå med stor vægt i emnet.

Primært kan analysen af Big Data opdeles i to; superviseret eller ikke superviseret analyse.

- Ved superviseret analyse er formålet at forudsige klassifikationen af udfald baseret på usikker viden. Det kan være om en e-mail er spam eller ikke eller om en kunde er interesseret i et givet produkt eller ej. Et enkelt beregnings tilgængeligt værktøj her er beslutningstræ baseret på entropi og informationstilvækst.
- Ved ikke superviseret analyse er hensigten at afdække mønstre eller strukturer i data. Her er redskaber som det vektorbaserede K-Middel (K-Means) klynge opdeling et tilgængeligt værktøj.

2.4. Omfang

Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 100-200 sider afhængigt af det valgte undervisningsmateriale. [LP 2.4]

Det forventede omfang af fagligt stof er ikke opgivet i normalsider. Matematiske tekster (i bred forstand) indeholder som oftest større mængder af symbolsprog. For traditionel lærebogsmateriale opgøres omfanget af læst stof ud fra det aktuelle antal sider i materialet (en side er en side). Omfanget af det faglige stof formidlet igennem andre medier opgøres på fornuftig vis under hensyntagen til sværhedsgraden af stoffet, og hvilket medie der er tale om.

3. Tilrettelæggelse

Inden eleven kan påbegynde undervisning i statistik C, forudsættes det, at vedkommende har forudsætninger/kompetencer i matematik svarende til en gymnasial matematikundervisning på niveau C eller svarende til undervisning på mindst 1. år af niveau B/A.

Faget statistik C kan placeres på et vilkårligt tidspunkt i uddannelsen, når ovenstående forudsætning er opfyldt.

Det vil være hensigtsmæssigt at indlede undervisningen i statistik C med en kort repetition af de emner fra den beskrivende statistik, som eleven forventes at kende fra grundskolen eller fra den gennemførte undervisning i matematik C, B eller A. Herved skabes en fælles referenceramme for alle elever i klassen/på holdet.

Med henblik på at tilgodese den enkelte elevs muligheder for kreativitet og samarbejde organiseres undervisningen så vidt muligt i emne-, case- eller projektforsøg – gerne på tværs af de faglige indholdselementer og gerne i samspil med uddannelsens øvrige fag, så der skabes gode muligheder for at udvikle de relevante personlige og sociale kompetencer hos den enkelte elev.

3.1. Didaktiske principper

I læreplanen slås det fast, at undervisningen i statistik C skal være

- helhedsorienteret
- anvendelsesorienteret
- farvet af den konkrete uddannelse/de konkrete studieretninger

- præget af elevernes selvvirksomhed og af det induktive undervisningsprincip

Dette er formuleret i læreplanen på følgende måde:

Der skal i undervisningen lægges vægt på, at fagets elementer opleves som en helhed. Arbejdet med fagets teoretiske elementer skal ske med stadig henblik på den praktiske anvendelse, og det praktisk orienterede arbejde skal tilrettelægges med stadig inddragelse af teori. Det skal endvidere tilstræbes, at de samfundsvidenskabelige, naturvidenskabelige og tekniske anvendelsesområder for faget integreres i den daglige undervisning, og fagets anvendelighed ved internationale eller globale sammenligninger skal medtænkes ved tilrettelæggelsen. Metodevalget skal understøtte arbejdet med at øge elevernes refleksionsniveau. I kraft af den store rolle, anvendelsesdimensionen skal spille i faget, skal det induktive undervisningsprincip være dominerende, uden at det dog skal være enerådende. [LP 3.1]

I kraft af den rolle det induktive undervisningsprincip skal spille, tilrådes det at tilrettelægge undervisningen på en sådan måde, at fagets anvendelsesorienterede dimension prioriteres højt – også i tilrettelæggelsen af gennemgangen af kernestoffet, således at teorien kun sjældent bør præsenteres uden at være fulgt op – eller motiveret af – praktik/anvendelse. I mange tilfælde vil det også være formålstjenligt at starte gennemgang med eksempler på anvendelser (for eksempel i form af minicases), således at eleven gennem en praktisk tilgang til et sandsynlighedsteoretisk eller statistisk emne bliver motiveret til at arbejde med den nødvendige teori bag metoden/emnet. Formålet med at indføre viden og teori i konkrete virkelighedsnære sammenhænge er at forøge elevens engagement og lyst til at tilegne sig teori og metode, idet eleven gennem det virkelighedsnære erfarer, at faglig indsigt og viden kan anvendes til at belyse og forklare faglige og/eller flerfaglige problemstillinger.

Som konsekvens af det induktive princips stilling i tilrettelæggelsen af undervisningen, må det tilrådes, at bevisførelse og teoretiske udledninger kun inddrages i undervisningen i det omfang, det er nødvendigt for elevens indsigt i og forståelse af fagets metoder og fagets natur. Bevisførelse for bevisførelsens egen skyld må frarådes!

3.2. Arbejdsformer

Med henblik på at tilgodese elevernes muligheder for innovation, samarbejde og faglig fordybelse organiseres undervisningen i emne-, case- eller projektforbøb.

I mindst 15 pct. af uddannelsesstiden arbejder eleverne med et projektforbøb, der indeholder en praktisk eller erhvervsmæssig problemstilling og inddrager væsentlige elementer fra kernestoffet. Projektforbøbet skal tilrettelægges, så det styrker elevernes evne til at analysere sandsynlighedsteoretiske eller statistiske problemstillinger, opstille løsningsmodeller, udarbejde løsningsforslag, dokumentere samt vurdere disse. Endvidere skal de gennemførte projektforbøb samlet dække hovedområderne i kernestoffet og det supplerende stof. Elever og lærer definerer projektforbøbene i fællesskab, og der udarbejdes et kort oplæg for hvert projektforbøb. [LP 3.2]

Forskellige arbejdsformer skal præsenteres og anvendes under hensyntagen til det faglige indhold og de faglige mål, der skal tilgodeses gennem det konkrete forbøb. Følgende arbejdsformer præsenteres for eleven: Gruppearbejde, klasseundervisning, individuelt orienteret undervisning/arbejde i forbindelse med emne-, case- eller projektarbejde. Metoderne skal udvælges, således at de kan understøtte målet om at styrke elevens kreativitet og mod til selvstændigt at gå i gang med problemopstilling og problemløsning. Eleven skal have medbestemmelse i valget af arbejdsformer. I konsekvens af dette vil det være hensigtsmæs-

sigt at tematisere undervisningen, således at teori, metoder og modeller så vidt det er muligt introduceres i forbindelse med arbejde med konkrete – og gerne aktuelle – sammenhænge.

Skriftlighed:

I statistik C er der ingen obligatorisk elevtid til skriftligt arbejde. Skolen beslutter, om faget skal tildeles elevtid til skriftlighed udover det skriftlige arbejde, der foregår i timerne.

Det kan anbefales, at der i timerne løbende arbejdes med skriftlige opgaver med det dobbelte formål både at styrke elevens faglige kompetencer og at styrke elevens evne til refleksion inden for centrale dele af faget (både kernestof og supplerende stof). Desuden kan det skriftlige arbejde anvendes til at træne elevens systematik i arbejdet med sandsynlighedsteoretiske eller statistiske problemstillinger.

Det kan endvidere anbefales, at der anvendes traditionelle test, multiple-choice test, it-baserede test eller andre typer, med henblik på for det første at fastholde elevens færdigheder og grundlæggende viden i faget og for det andet at give eleven og underviseren en viden om elevens faglige standpunkt og udviklingen i dette til brug for den løbende formative evaluering.

Mundtlighed:

For at træne elevens mundtlige udtryksfærdighed kan det anbefales løbende at stille vedkommende forskellige opgaver, der er tilpasset det faglige niveau og elevens interesser, til mundtlig fremlæggelse på klassen/holdet. Det bør fortrinsvis være eleven, der i samråd med læreren vælger de emner/problemstillinger, vedkommende vil fremlægge på klassen. Eksempelvis kan eleven forklare, uddybe og kommentere en graf eller en tabel udarbejdet i forbindelse med en undersøgelse fra dagspressen eller andre medier og/eller gennemføre teoretisk behandling af et emne. Eleven bør have rimelig tid til at forberede fremlæggelsen, og underviseren kan hjælpe med forberedelsen, hvis eleven ønsker det. Fremlæggelsen i klassen kan eksempelvis vare 5 - 10 minutter, og det er vigtigt, at læreren blander sig mindst muligt i denne.

Emne-, case- eller projektforløb:

Hvert hovedområde fra kerne- eller supplerende stof kan afsluttes med et kortere emne-, case- eller projektforløb. Emne-, case- eller projektforløb kan indgå i udprøvningen på baggrund af en bredt formuleret opgave – se afsnit LP 4.2

Projektforløbet:

Mindst 15 % af uddannelsesstiden skal anvendes til et samlet projektforløb.

Eleven udvælger temaet for projektforløbet i samarbejde med underviseren. Eleven skal her selvstændigt udarbejde et projektoplæg af et omfang på maks. 1 side fulgt af et projektforløb dokumenteret enten i en kortere projektrapport eller på multimedieform, der udarbejdes procesorienteret i løbet af projektperioden, eller gennem elevens portefølje over projektarbejdet. Dokumentation anvendes i den løbende evaluering af forløbet og af eleven. Projektet kan indgå i udprøvningen på baggrund af en bredt formuleret opgave. Selve projektforløbet vil typisk tage udgangspunkt i emner fra kernestoffet, inddrage indhold i det supplerende stof, indeholde undersøgelser og analyser, der bygger på data fremskaffet af eleven selv, og dermed have en praktisk anvendelsesorienteret dimension.

Eksempler på temaer for projektforløbet:

- undersøgelse af elevernes holdninger til udvalgte – gerne aktuelle – problemstillinger

- undersøgelse af elevdata
- undersøgelse af kantineforhold
- undersøgelse af trafikdata
- undersøgelse af målene på et emne (eks. skruehuller i en møtrik, hovedet på en skrue)
- undersøgelse af data fra internettet – f.eks. vedrørende biler, både, huse
- undersøgelse af data fra Danmarks Statistik eller analyser af økonomiske udviklinger
- spilteori
- kvalitetskontrol
- gevinstchancer ved forskellige spil fra Dansk Tipstjeneste (sammenlignende analyse)
- dødelighedstabellers betydning for præmien på livsforsikringer

3.3. It

I læreplanen er det fastslået at it skal anvendes i undervisningen i et sådant omfang, at eleven kan udvælge og anvende et formålstjenligt hjælpemiddel til løsning af et konkret problem i en given situation. I læreplanen er dette formuleret som:

Anvendelsen af it til arbejdet med sandsynlighedsteoretiske, statistiske eller dataanalytiske problemstillinger skal spille en væsentlig rolle i undervisningen, idet eleverne skal opnå fortrolighed med moderne statistikværktøjer og have kendskab til disses muligheder og begrænsninger. Faget skal fremme evnen til at kunne begå sig socialt og etisk i den virtuelle virkelighed ved at opmuntre til refleksion over egne og andres motiver, handlinger og udtryksformer i formidlingen af analytiske resultater. [LP 3.3]

It skal anvendes i undervisningen blandt andet som et middel til visualisering og dermed til styrkelse af elevens indlæring og kreativitet. Ligeledes og sideløbende hermed skal den enkelte elevs generelle it-kompetence styrkes.

Det forventes ikke, at eleven i forløbet nødvendigvis arbejder med avancerede statistiske programpakker (SAS og R eller andre), men det forventes, at eleven som minimum anvender regneark til talbehandling, ligesom det forventes, at eleven kan anvende de grafiske redskaber i regneark til illustration af et datamateriale. Endvidere forventes det, at eleven efter forløbet er fortrolig med anvendelsen it-programmer - herunder regneark med de deri integrerede statistiske funktioner.

3.4. Samspil med andre fag

Statistik kan optræde i uddannelsen som valgfag.

Dele af kernestof og supplerende stof skal vælges og behandles, så det kan bidrage til det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. I tilrettelæggelse af undervisningen inddrages elevernes viden og kompetencer fra andre fag, som eleverne hver især har, så de bidrager til perspektivering af emnerne og belysning af fagets almindelige sider. [LP 3.4]

Faget er omfattet af de generelle krav om samspil mellem fagene og det supplerende stof kan vælges uafhængigt af studieretningsfag. Det supplerende stof udvælges dog stadig således at anvendelsesområderne for sandsynlighedsteori og statistik i forhold til uddannelsen bliver belyst.

Herunder ses kortfattede eksempler på hvorledes statistik C kan indgå i samspil med andre fag i de gymnasiale uddannelser:

På *stx- og htx-uddannelsen* kan der umiddelbart peges på følgende muligheder: Udover at der kan ske et samspil med *matematikfaget*, er der umiddelbare samarbejdsflader med de *naturvidenskabelige* fag.

Samspil med *fysik* og *kemi* kan gennemføres, uanset om der er tale om studieretningsfagene fysik A/kemi A, valgfagene fysik A/ kemi A eller de obligatoriske fag fysik B/kemi B.

Samspil med *biologi* kan kun finde sted, hvis biologi B er et studieretningsfag.

Ved flerfaglige projektførøb kan der i fysik/kemi/biologi udføres forsøg, hvorved der produceres data. Disse data kan analyseres med statistiske metoder, værktøjer og hjælpemidler – og herved fremkommer statistiske udsagn og resultater. Disse udsagn og resultater indgår i undervisningen i fagene fysik/kemi/biologi (det dataproducerende fag), hvor vurderingen af de frembragte statistiske udsagn og resultater foretages i forhold til det konkrete forsøg.

Eksempler på områder:

Samspil med *fysik*: Alle former for eksperimenter, hvori der indgår eller produceres et større data-materiale, således at eleverne kan arbejde med varians og middelværdi, test osv., kan anvendes.

Med *kemi*: Alle eksperimenter, for hvilke der kan opstilles hypoteser, der kan testes, kan indgå i samspillet.

Med *biologi*: Alle eksperimenter, for hvilke der kan opstilles hypoteser, der kan testes, kan indgå i samspillet. Herudover kan der peges på undersøgelser af basesekvenser i DNA, eksperimenter med Hardy-Weinberg loven, test (eks. χ^2 -test (Chi²)) til forsøg med genetisk udspaltning, forsøg med blodtypefordelinger, test af køn, højde, kondital eller fedtprocent.

På *hhx-uddannelsen* kan der umiddelbart peges på følgende muligheder:

Udover at der kan ske et samspil med *matematikfaget*, er der umiddelbare samarbejdsflader med de *samfundsvidenskabelige* og *økonomiske* fag.

Samspil med fagene *afsætning*, *virksomhedsøkonomi* og *international økonomi* kan finde sted både med fagene på det obligatoriske niveau B og med de nævnte studieretningsfag/valgfag på niveau A.

Eksempler på områder:

Samarbejde med faget *afsætning* B eller A: Stikprøvetori, forbrugerundersøgelser, spørgeskemaundersøgelser og test.

Samarbejde med faget *international økonomi* B eller A: Opstilling, læsning og behandling af statistiske data. Sammenligning af data og hypotesetest.

Samarbejde med faget *virksomhedsøkonomi* B eller A: Test af forskellige antagelser og gennemførelse af forskellige typer undersøgelser fx behandling af usikkerheder ved budgettering.

4. Evaluering

4.1. Løbende evaluering

Der skal med jævne mellemrum gennemføres løbende evaluering. Som det fremgår af nedenstående citat fra læreplanen, skal der som minimum gennemføres evaluering efter hver emne-, case eller projektperiode.

Et af formålene med den løbende evaluering er at få forbedret undervisningen i fremtidige emne-, case- eller projektførøb. Det er ligeledes et formål med den løbende evaluering, at eleven eller elevgruppen får lejlighed til at være medbestemmende om undervisningens tilrettelæggelse og gennemførelse, således at eleven bliver medansvarlig for undervisningens forløb. Denne evaluering kan eksempelvis gennemføres ved hjælp af spørgeskemaer, ved samtaler med den enkelte elev eller ved samtale/diskussion med hele klassen/holdet.

Et andet formål med den løbende evaluering er, at eleven løbende skal have tilbagemelding om det faglige standpunkt for de faglige præstationer:

Efter afslutningen af hver emne-, case- eller projektførløb skal eleverne have en individuel vurdering af niveauet for og udviklingen i det faglige standpunkt i forhold til den forventede udvikling og de faglige mål. Herunder inddrages aktiviteter, som stimulerer den individuelle og fælles refleksion over udbyttet af undervisningen. [LP 4.1]

Vurderingen af elevens aktuelle standpunkt samt udviklingen i dette fastsættes i forhold til elevens forventede kompetenceudvikling efter det gennemførte forløb og i forhold til de faglige mål.

Vurderingen kan baseres på:

- gennemførte test
- eventuelle skriftlige opgaver
- projektarbejdet, hvis dette er gået i gang
- mundtlige fremlæggelser og samtaler om faglige emner
- elevens aktive deltagelse i undervisningen

Der kan også inddrages andre faktorer i den løbende evaluering. Det kan fx være relevant at evaluere udviklingen i elevens indsats og arbejdsvaner, ligesom det kan være relevant at evaluere arbejdsklimaet i klassen/på holdet. I forbindelse med evaluering af undervisningsforløb med fagligt samspil er det endvidere nødvendigt at få eleven til at reflektere over, hvordan de enkelte fag indgår. Endelig bør eleven have mulighed for med mellemrum at evaluere underviserens indsats og engagement.

4.2. Prøveform

Statistik C afsluttes med en mundtlig prøve efter udtræk. Prøveformen er beskrevet i læreplanen og gengives herunder:

Der afholdes en mundtlig prøve på grundlag af en bredt formuleret opgave, inden for de områder/projekter eleverne har arbejdet med. Opgaven indeholder et ukendt bilag, der kan være grundlag for perspektivering af opgavens emne. Opgaverne, der indgår som grundlag for prøven, skal tilsammen dække fagets faglige mål, kernestof og supplerende stof. Opgaverne, dog uden bilag, skal være kendt af eksaminanderne inden prøven. Den enkelte opgave må anvendes højst tre gange på samme hold. Bilag skal som hovedregel være forskellige.

Eksaminationstiden er ca. 24 minutter pr. eksaminand. Der gives ca. 24 minutters forberedelsestid.

Eksaminationen former sig som en faglig samtale mellem eksaminand og eksaminator, hvor det perspektiverende bilag inddrages. [LP 4.2]

Opgaver og materialer sendes til censor mindst 5 hverdage før prøvens afholdelse, med mindre særlige forhold er til hinder herfor. Det kan betyde, at udsendelsen må foretages, før eksamensplanen er offentliggjort. Udsendelsen af opgaver og materialer må da kun ske i et omfang, der ikke medfører, at andre dele af eksamensplanen kan udledes.

Det ukendte bilag skal være af et sådant omfang, at det er muligt for eksaminanden at nå at overskue, bearbejde og indse, hvorledes det ukendte bilag har tilknytning til projektet.

Det gælder for hver eksaminationsdag, at den sidste eksaminand skal have mindst 4 forskellige opgaver at vælge mellem. Opgaverne og det ukendte bilag tildeles eksaminanden ved lodtrækning ved prøvens start.

Eksaminanden tildeles forberedelsestid til at forberede besvarelsen. Det må forudsættes, at eleverne medbringer egen it til forberedelsestiden, ligesom det kan være relevant at have disse hjælpemidler til rådighed under eksaminationen.

Regler vedrørende eksaminandernes brug af internettet for at tilgå tilladte hjælpemidler ved prøverne fremgår af § 6 i "Bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser".

I [vejledningen](#) til denne bekendtgørelse er der givet eksempler på, hvilke hjælpemidler der må, og hvilke der ikke må tilgås via internettet.

Eksempel på undervisningsstruktur:		
Forløb	Projekt	Mundtlig eksamensspørgsmål
Kernestof 1	Emne 1	Opgave 1 Ukendt Bilag a Opgave 1 Ukendt Bilag b
Kernestof 2	Case 1	Opgave 2 Ukendt Bilag c Opgave 2 Ukendt Bilag d Opgave 2 Ukendt Bilag e
Kernestof 3	Projekt 1	Opgave 3 Ukendt Bilag f Opgave 4 Ukendt Bilag g
:	:	
Supplerende stof	Projekt 2	Opgave <i>xx</i> Ukendt Bilag Opgave <i>xx</i> Ukendt Bilag
Projekt 15%		Opgave <i>xx</i> Ukendt Bilag Opgave <i>xx</i> Ukendt Bilag
:	:	

4.3. Bedømmelseskriterier

De bedømmelseskriterier, der er opstillet i læreplanen, kan opfattes som fagets mål omskrevet til operatorer som er målbare. Der kan være forskel på, i hvilket omfang opfyldelsen af de enkelte mål kan måles ved de to prøveformer.

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilket omfang eksaminandens præstation lever op til de faglige mål, som de er angivet i punkt 2.1.

- Eksaminanden skal herunder kunne:
- demonstrere indsigt i og forståelse af sandsynlighedsteoretiske og statistiske begreber og kunne håndtere disse med sikkerhed
- demonstrere evne til praktisk anvendelse af sandsynlighedsregning og statistik, herunder kunne udvælge og anvende relevante hjælpemidler
- forstå, gengive og fortolke egne eller andres resultater.
- Der gives én karakter ud fra en helhedsbedømmelse af eksaminandens præstation. [LP 4.3]

Det er vigtigt at notere, at bedømmelsen altid skal gennemføres som en helhedsvurdering af eksaminandens præstation ved prøven.

Nedenfor er angivet den generelle beskrivelse af karakterskalaen samt retningslinjer for opnåelse af karaktererne 12, 7 og 02 i matematik C, B og A.

Den generelle beskrivelse af karakterskalaen

12	Fremragende	Karakteren 12 gives for den fremragende præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler.
7	God	Karakteren 7 gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med en del mangler.
02	Tilstrækkelig	Karakteren 02 gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.

Den mundtlige prøve på C-niveau

12	<p>Fremlæggelsen er veldisponeret, og eksaminanden demonstrerer en omfattende indsigt i et fagligt emne.</p> <p>Eksaminanden håndterer faglige begreber med høj grad af sikkerhed og anvender faglige metoder på praktiske problemstillinger.</p> <p>Eksaminanden kan fortolke og diskutere resultater fremkommet fra en sandsynlighedsteoretisk eller statistisk undersøgelse.</p>
7	<p>Fremlæggelsen er sammenhængende og eksaminanden demonstrerer kendskab til et fagligt emne.</p> <p>Eksaminanden håndterer faglige begreber med en rimelig grad af sikkerhed og anvender faglige metoder på praktiske problemstillinger med nogle mangler og udeladelser.</p> <p>Eksaminanden kan beskrive resultater fremkommet fra en sandsynlighedsteoretisk eller statistisk undersøgelse.</p>
02	<p>Fremlæggelsen er delvist usammenhængende og eksaminanden demonstrerer begrænset kendskab til et fagligt emne.</p> <p>Eksaminanden håndterer faglige begreber med en del usikkerhed og anvender faglige metoder på praktiske problemstillinger med adskillige væsentlige mangler og udeladelser.</p> <p>Eksaminanden beskriver usikkert og mangelfuldt resultater fremkommet fra en sandsynlighedsteoretisk eller statistisk undersøgelse.</p>