



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET



Vejledning til læreplan i matematik C, hf

November 2025

Vejledning til læreplan i matematik C, hf
November 2025

2025

ISBN nr. [xxx xxx xxx] (web udgave)

Design: Center for Kommunikation og Presse

Denne publikation kan ikke bestilles.

Der henvises til webudgaven.

Publikationen kan hentes på:

www.uvm.dk

Børne- og Undervisningsministeriet

Departementet

Frederiksholms Kanal 21

1220 København K

Indhold

Vejledning til læreplan i matematik C, hf.....	1
Indhold.....	3
Indledning.....	4
1 Identitet og formål	5
1.1 Identitet.....	5
1.2 Formål.....	6
2 Faglige mål og fagligt indhold	7
2.1 Faglige mål	7
2.2 Kernestof	9
2.3 Supplerende stof.....	12
2.4 Omfang	13
3 Tilrettelæggelse	14
3.1 Didaktiske principper.....	14
3.2 Arbejdsformer	19
3.3 It.....	20
3.4 Samspil med andre fag.....	21
4 Evaluering.....	22
4.1 Løbende evaluering	22
4.2 Prøveform	23
4.3 Bedømmelseskriterier.....	26
5 Bilag.....	31
5.1 Karakterbeskrivelser	31

Indledning

Undervisningen i almindelighed reguleres af lov og bekendtgørelse for de gymnasiale uddannelser. De styredokumenter, der særligt bestemmer undervisningen i matematik C, hf, er

- læreplanen,
- denne vejledning til læreplanen,
- formelsamlingen for niveauet,
- vejledende opgavesæt til niveauet samt
- det akkumulerede sæt af eksamensopgaver stillet til ordningen.

Læreplanen udgør en ramme, inden for hvilken lærer og elever kan følge deres interesser og tilpasse undervisningens indhold og tilgange til eleverne og holdet.

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

Læreplan, vejledning og formelsamling kan hentes på www.uvm.dk. Vejledende eksamenssæt og tidligere stillede opgaver for niveauet kan hentes på www.prøvebanken.dk; her kræves uni-login.

Læreplanscitater er sat med kursiv og skrevet med blå tekst.

Denne tekst er første reviderede udgave af vejledningen til 2024-læreplanen i matematik på niveauet. Styrelsen vil sætte pris på bidrag til forbedring af teksten i form af kommentarer, påpegning af fejl og mangler og forslag til andre forbedringer eller nye områder, der bør inddrages i teksten. Alle bidrag kan sendes til mailadressen stuk@stukuvvm.dk og vil blive modtaget med taknemmelighed. Venligst anfør "Kommentarer til vejledning i matematik [A/B/C], [stx/hf]" i mailens emnefelt. Vejledninger justeres og opdateres normalt en gang årligt.

Ændringer i vejledningen

Der er foretaget en række mindre sproglige tilretninger og fejlrettelser. Derudover er en række forhold præciseret, herunder bl.a.:

- Ved den skriftlige prøve stilles ikke opgaver, hvor eksaminanderne skal producere et søjlediagram.
- Afsnittet om bedømmelse af eksaminandernes skriftlige prøvebesvarelser er udvidet i forhold til tidligere.

1 Identitet og formål

1.1 Identitet

Matematik omhandler resultatet af menneskers udvikling af generelle teorier om abstrakte strukturer med udgangspunkt i antal, form og forandring, inspireret af observationer i natur, samfund eller matematikken selv.

Matematik tilvejebringer et universelt sprog, begrebsapparat og metodesæt, der er uundværligt i beskrivelse og analyse af sammenhænge og struktur i naturvidenskab, teknologi og samfundsvidenskab, og i samspillet sker en gensidig udvikling af fagenes indhold og metoder. Faget er et dynamisk, kumulativt og deduktivt fag i stadig udvikling fra oldtiden til i dag, båret af menneskelig nysgerrighed og kreativitet, ofte i en vekselvirkning mellem anvendelse og teoribygning.

Fagets identitet er beskrevet ens i læreplanerne for matematik på stx og hf.

En ministeriel kommission nedsat i 2016 i forbindelse med gymnasireformen samme år analyserede udfordringer og gav anbefalinger om undervisningen i matematik i de gymnasiale uddannelser. Kommissionen anbefaler i sin afrapportering¹ tre gennemgående fokuspunkter for fremtidige læreplaner i matematik:

- **Robusthed** i elevernes omgang med faget og træning i basale færdigheder².
- **Samspil**, dvs. matematik "på tværs" af anvendelsesfelter og centrale fag – altså matematik med en ekstern orientering.
- **Progression**, hvormed menes indsigt internt i matematikkens sammenhænge og den logisk opbyggede, kumulative struktur.

Undervisningsfaget matematik på hf er ifølge Lov om de gymnasiale uddannelser nært forbundet med aspekter af videnskabsfaget matematik, og på alle niveauer genfindes centrale træk ved videnskabens fagsprog, begrebsapparat og metodesæt i de faglige mål og kernestoffet. Det gælder eksempelvis symbolbrug, logik, den formelle opbygning af matematisk teori med definition, sætning og bevis. Det afspejler kommissionens anbefaling af "progression": faglig indsigt internt i matematikken.

Matematikkommissionen anbefaler tillige, at der på alle niveauer skal være et indhold af matematik med henblik på anvendelser: fagligt "samspil". Meget af videnskabsfagets teori har et anvendelsesperspektiv, og det skal afspejle sig i undervisningen. Sigtet med faget matematik i de gymnasiale uddannelser er altså bredere end videnskabsfagets sigte. Matematik sættes som fag ind i en bredere almen-dannende ramme, som åbner faget mod livet uden for skolen, såvel som mod skolens andre fag og aktiviteter.

Arbejdsmetoder og tankegange fra videnskabsfaget optræder altså i undervisningen, men står ikke alene. Undervisningen i begreber og teorier må formidles i en sammenhæng, som eleverne kan opleve som relevant, og som giver dem mulighed for at reflektere over den opnåede viden og erkendelse, og som samtidigt viser dem, hvordan videnskabsfaget matematik er opstået, udviklet og kan anvendes.

¹ Matematikkommissionen: "[Afrapportering](#)", Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling (2016)

² Begrebet er nærmere udfoldet i kommissionens afrapportering s. 41

Anvendelsesorientering og modellering på den ene side og teoriopbygning på den anden side fungerer i et vekselspil. Anvendelserne kan inspirere til, give relevant træning af og for mange elever legitimerer og motiverer arbejdet med teorien, og arbejdet med teorien giver et samlende overblik og et blik for fællestræk i de problemstillinger fra omverden, der behandles med matematik.

Endelig omtaler kommissionsrapporten faglig "robusthed" i elevernes omgang med faget og træning af basale færdigheder. Det betyder ikke blot sikkerhed i brøkgregning eller differentiationsregler, men også at på hvert niveau må grundlæggende begreber som fx 'funktionsbegrebet' eller 'differentialregning' og elementer af teorien indarbejdes og trænes så tilpas, at de kan aktiveres uproblematisk i anvendelsesammenhænge og ved tilegnelsen af ny teori. Robusthed indebærer tillige, at sådanne begreber, teori og færdigheder vedligeholdes med respekt for den tidligere behandling.

1.2 Formål

Formelt set er fagets formål, som det er for alle fag, at bidrage til at løse den uddannelsesmæssige opgave, der fremgår af gymnasielovens formål med uddannelsen (kapitel 1). For matematik er der (på nær niveauangivelsen) enslydende formål:

Faget matematik på C-niveau giver eleverne en grundlæggende indsigt i matematisk sprog, begreber og metoder med vægt på almindannelsen og kan være en del af grundlaget for videre uddannelse. Elevernes arbejde med matematik medvirker til at udbygge deres mulighed for at deltage aktivt i et demokratisk samfund.

Gennem arbejdet med faget opnår eleverne kompetencer i matematik, så de kan forstå, gennemføre og formidle simple matematiske ræsonnementer. Eleverne bliver i stand til at behandle enkle problemstillinger og modeller med et matematisk indhold med udgangspunkt i deres omverden, andre faglige sammenhænge eller faget selv.

Teksten ovenfor forklarer, på hvilken måde faget på dette niveau bidrager til at løfte uddannelsens formål, sådan som det er anført i Lov om de gymnasiale uddannelser, §1, §2 stk. 2 og §6.

Sigtet med undervisningen er altså dels, at eleverne bliver i stand til at forstå og arbejde med faget matematik, dels at bruge den viden, de metoder og de tænkemåder, der er karakteristiske for matematikken som et middel til at beskrive og forstå verden, så de bliver i stand til at fungere og handle som vidende borgere i dagens og fremtidens globale samfund. I sit hele giver undervisningen eleverne et oplyst grundlag for deres studievalg og kan medvirke til at give et grundlag for videre uddannelse.

2 Faglige mål og fagligt indhold

2.1 Faglige mål

De faglige mål beskriver studieforberedende og almindennende kompetencer for matematik på C-niveau og udgør grundlaget for den afsluttende evaluering. De er derfor pejlemærker for de enkelte undervisningsforløb, som sammen med den nødvendige faglige og pædagogiske progression skal sætte eleverne i stand til at nå disse slutmål.

Eleverne skal kunne beskrive grundlæggende matematiske begreber, teorier og metoder samt kunne anvende dem i problemløsning og modellering.

De matematiske begreber, teorier og metoder er det faglige grundlag for opbygningen af matematik som fag og for anvendelsen såvel inden for faget som i andre sammenhænge. "Beskrivelse" betyder i denne sammenhæng, at eleverne skal kunne forklare, hvordan bestemte begreber, teorier eller metoder finder anvendelse i en konkret situation, og de skal kunne bruge dem til problemløsning og modellering, såvel inden for matematik som i forbindelse med matematiks anvendelse i andre fag.

Eleverne skal kunne følge og gennemføre enkle matematiske ræsonnementer og udvalgte beviser.

Eleverne skal møde eksempler på deduktiv opbygning af matematisk teori i form af definitioner, sætninger og beviser. De skal på det grundlag mundtligt kunne gennemføre enkle ræsonnementer og udvalgte beviser, jf. i øvrigt omtalen nedenfor i afsnit 2.2. *Kernestof* og afsnit 3.1. *Didaktiske principper*.

Eleverne skal kunne forstå og anvende matematisk symbol- og formelsprog.

Matematisk tekst er kendetegnet ved en udstrakt brug af symboler og formler. Eleverne skal derfor kunne læse symbol- og formelsprog, så de er i stand til at forstå og anvende det selv såvel mundtligt som skriftligt i kommunikation i matematik C. Se i øvrigt en nærmere omtale nedenfor i afsnit 2.2. *Kernestof*.

Bagest i formelsamlingen for matematik C, hf, findes en liste over matematiske standardsymboler, som ud over at give eleverne overblik også kan bidrage til, at undervisere og forfattere af undervisningsmaterialer kan anvende ensartet notation, symbolsprog og terminologi.

Eleverne skal kunne benytte og oversætte mellem repræsentationer af matematiske objekter.

Matematisk præget information optræder i mange forskellige repræsentationer i fagets egen kommunikation, når matematik anvendes i andre fag eller i omverdenens brug af matematik. Det er derfor en central færdighed, at eleverne er i stand til at omgås forskellige repræsentationer, i første række

- Repræsentation af sammenhænge udtrykt ved fx funktioner, grafer, datasæt eller ligninger
- Geometriske modeller i form af fx tegninger og geometriske konstruktioner
- Beskrivelse af stokastiske fænomener i form af fx observationsdata, diagrammer, sproglig beskrivelse eller vha. sandsynlighedsregning.

Eleverne skal kunne anvende digitale værktøjer til modellering og matematisk problemløsning.

Digitale værktøjer indgår naturligt i mange faglige sammenhænge som fagets værktøj, fx ved regression, graftegninger eller beregninger i stedet for tabelopslag.

Anvendelsen af digitale værktøjer gør det muligt at udvide spillerummet for elevernes arbejde med modellering og matematisk problemløsning ud over det, som de kan klare ved "håndkraft". Elevernes brug af digitale værktøjer til modellering og matematisk problemløsning prøves i den skriftlige prøves delprøve 2.

Brug af digitale værktøjer kan også i visse sammenhænge give andre didaktiske muligheder og dermed udvikle elevernes muligheder for faglig udforskning og fordybelse efter lærerens valg, jf. afsnit 3.1.

Eleverne skal kunne benytte matematik som middel til at løse enkle problemer inden for faget selv og i relation til omverdenen.

Det faglige mål giver afsæt for at inddrage omverdensfænomener, eventuelt i et egentligt flerfagligt samarbejde. Eleverne skal lære, hvad matematik som fag kan bidrage med i flerfaglige sammenhænge.

Eleverne skal kunne opstille, bearbejde og fortolke enkle eksempler på matematiske modeller til beskrivelse af fænomener inden for forskellige fagområder samt diskutere modellens anvendelse og rækkevidde.

Som omtalt i afsnittet om fagets identitet fordrer Matematikkommissionen i sin afrapportering, at der på alle niveauer af matematik arbejdes med bl.a. fagligt samspil, herunder arbejde med matematisk modellering af andre problemstillinger med afsæt i andre fag eller omverdensfænomener.

Det er en del af arbejdet med fortolkning af en model at diskutere modellens anvendelse og rækkevidde. Det er også relevant at diskutere den forenkling, der ligger i modellens beskrivelse af omverden.

Systematiske fejl og usikkerhed i modellens beskrivelse af omverden kan inddrages.

Modelleringskompetencen indgår i begge delprøver ved den afsluttende skriftlige prøve, og specielt i delprøve 2, hvor konkrete matematiske modeller af omverdensfænomener undersøges.

Nogle klassiske eksempler på emner for modellering kan være udviklingen af CO₂ i atmosfæren, befolkningsvækst eller antallet af biler i Danmark.

Eleverne skal kunne læse og anvende enkle tekster med matematikfagligt indhold.

Det fortættede, formeltunge sprog, matematisk indsigt formidles i, er en selvstændig barriere i tilegnelsen af fagligt materiale i matematik. Det er derfor et særskilt fagligt mål, at eleverne opnår kompetence i at kunne læse enkle tekster med et matematikfagligt indhold i et kortere omfang, fx som det forekommer i de skriftlige eksamensopgaver i modellering. I afsnit 3.1. [Didaktiske principper](#) uddybes krav til undervisningen med henblik på, at eleverne får mulighed for at opfylde dette faglige mål.

Eleverne skal kunne formidle emner med matematikfagligt indhold mundtligt og skriftligt.

I det skriftlige arbejde skal eleverne først og fremmest kunne give en fyldestgørende formidling af problemløsning. Denne genre kan imidlertid ikke stå alene, og det er naturligt, at eleverne derudover stifter bekendtskab med andre former for skriftlig formidling af et matematisk indhold, eksempelvis ved formidling af resultatet af et modelleringsarbejde. Tekstbegrebet skal her opfattes i den udvidede forstand, som også omfatter brug af andre medier end skrift, eksempelvis podcasts.

Den mundtlige formidling er især rettet mod, at eleverne formidler matematisk begrundet indsigt, der er opnået på grundlag af modellering.

Arbejdet med formidlingsaspektet understøtter desuden udviklingen af elevernes skriftlige kompetencer og almene studiekompetencer, fordi der lægges vægt på faglig korrekthed.

Eleverne skal kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder.

Fagets identitet er beskrevet i 1.1. **Identitet**. Eleverne kan demonstrere deres viden om matematiks identitet og metoder, når de viser kendskab til samspillet mellem matematik og andre fag i en konkret modelleringssituation.

2.2 Kernestof

Kernestoffet udgør grundlaget for den skriftlige prøve i Matematik C. Det er nærmere beskrevet i læreplanen og uddybes nedenfor. Når der i tekst refereres til faglige "hovedområder", menes områderne geometri, funktioner og sandsynlighedsregning/statistik omtalt i afsnit 2.2.2-2.2.4 nedenfor.

Det faglige mål vedr. symbol- og formelsprog behandles i forbindelse med gennemgangen af kernestoffet, så eleverne opnår fortrolighed med relevant skrivemåde og terminologi. For enkelte, særlige områder er dette tydeliggjort nedenfor i forbindelse med omtale af kernestoffet.

2.2.1 Tal og algebra

Arbejdet med tal og algebra skal konsolidere grundskolens arbejde med stofområdet, herunder regningsarternes hierarki, brøker og ligningsløsning, så eleverne opnår sikkerhed på disse områder.

Tallene

Hele, rationale og reelle tal. Regningsarternes hierarki. Simpel algebraisk manipulation. Potens og rod.

Eleverne skal kende forskellige repræsentationer af tal, herunder brøk, decimaltal og eksponentiel notation.

I arbejdet med simpel algebraisk manipulation (bogstavregning) øves omformning af symboludtryk, herunder navnlig løsning af ligninger, jf. afsnittet herom.

Multiplikation af flerledelede parenteser behandles. Potensregneregler kan hensigtsmæssigt behandles, når der er brug for dem i udvalgte beviser.

Ligninger

Ligningsløsning med algebraiske, grafiske og digitale metoder.

Eleverne skal kunne løse simple ligninger med de formler, der indgår på niveauet. I ligningsløsning indgår førstegradsligninger og grundligninger for de nedenfor anførte funktionstyper, dvs. ligninger af formen fx $\cos(v) = 0,8$, (hvor v er en vinkel i en retvinklet trekant), $5^x=8$, samt desuden potensligninger som fx $x^3=10$. Eleverne skal kunne løse ligninger ved hjælp af et digitalt værktøj.

Grafisk løsning af ligninger omfatter løsning såvel grafisk "i hånden" som med digitalt værktøj.

Eleverne skal dels kunne arbejde med disse grundligninger i isoleret form, dels kunne genkende og arbejde dem i situationer, hvor ligningen indgår i en anden sammenhæng. Det kan eksempelvis være beregning på kapitalfremskrivning, i forbindelse med en vækstmodel eller ved løsning af et konkret, trigonometrisk problem hentet fra virkeligheden. Ved den skriftlige prøve kan der være såvel "rene" opgaver i ligningsløsning som kontekstopgaver, hvor løsning af opgaven rummer opstilling, løsning og fortolkning af en sådan ligning.

Procent- og rentesregning

Procentregning. Relativ vækst, vækstrate, fremskrivningsfaktor, renteformlen.

Eleverne skal opnå rutine i at løse enkle opgaver, der involverer procentregning med afsæt i fremskrivningsfaktor og vækstrate.

Renteformlen (kapitalfremskrivningsformlen) gennemgås med argumentation, fx baseret på taleksempler.

Det er naturligt at afrunde arbejdet med procent- og rentesregning med et samarbejde med fx andre fag om privatøkonomi, hvor lån og annuitet kan indgå.

2.2.2 Geometri og trigonometri

Arbejdet med geometri og trigonometri skal bygge videre på grundskolens arbejde med stofområdet, herunder kendskabet til trekanter og beregninger heri.

Trigonometri

Trekanter, herunder ensvinklede og retvinklede trekanter. Pythagoras' sætning. Sinus, cosinus og tangens anvendt på retvinklede trekanter. Konstruktion af vilkårlige trekanter med dynamisk geometriprogram.

Arbejdet med retvinklede trekanter og beregninger heri skal konsolidere grundskolens arbejde med stofområdet. Grundlæggende begreber fra geometri, fx areal og omkreds af cirkel samt vinkelhalveringslinje, median, midtnormal og højde i trekanter repeteres i forbindelse med behandlingen af trekanter.

Det forventes, at hovedparten af de relevante resultater gennemgås med argumentation baseret på taleksempler eller med egentlige beviser.

Forstørrelsesfaktor/skalafaktor indføres.

Eleverne skal lære principper for konstruktion med et dynamisk geometriprogram, så de kan konstruere og måle på trekanter i de fem trekantstilfælde.

Aflæsning af $\cos(v)$, $\sin(v)$ og $\tan(v)$ i enhedscirklen behandles for vinkler mellem 0° og 90° i retvinklede trekanter.

Tankegangen bag brug af fx $\sin^{-1}$ til løsning af $\sin(v) = 0,8$ introduceres, så eleverne kan løse grundligninger. Opgaver ved den skriftlige prøve stilles, så eleverne kan vælge at konstruere trekanten og måle vinklen med et dynamisk geometriprogram.

Geometri og trigonometri egner sig til problemløsning og indeholder sætninger med beviser, som er velegnede som introduktion til matematisk tankegang og argumentation. Emnet er meget anvendeligt i forbindelse med modellering. Det giver desuden god træning af ligningsløsning med andre ubekendte end x , eksempelvis a , $\cos(A)$ og $\sin(A)$.

Geometri og trigonometri kan være et godt udgangspunkt for samarbejde med de kreative fag om fx det gyldne snit.

2.2.3 Funktioner

Funktioner

Funktionsbegrebet.

Eleverne skal i forbindelse med det løbende arbejde med funktionsbegrebet arbejde med en række forskellige repræsentationsformer og med at skifte mellem dem:

- Definitionsmængde og regneforskrift
- Graf
- Tabel

- Sproglig definition.

Begrebet definitions­mængde gives ikke nogen selvstændig behandling; men eleverne skal eksempelvis kunne tegne grafen for en forelagt funktion med deres digitale værktøj i det relevante interval på x -aksen.

Karakteristiske egenskaber ved lineære funktioner og eksponentialfunktioner samt grundtræk af deres grafiske forløb. Elementære egenskaber ved $\log_{10}$.

Karakteristiske egenskaber ved funktioner omfatter i denne sammenhæng konstanter­ betydning og funktionernes vækstegenskaber. Funktioners definitions- og værdimængde og grafer­ asymptoter skal ikke gives systematisk behandling, men eleverne skal eksempelvis forstå notation som $x > 0$, kunne tegne grafer i et anført område fx ud fra formuleringer som "fra $x = 0$ til $x = 24$ " og kende til de be­ handlede funktioners monotoniforhold og asymptotiske forhold i et omfang, så de er i stand til at skit­ sere graferne retvisende.

Arbejdet med lineære funktioner skal konsolidere grundskolens arbejde med stofområdet; herunder behandles koordinatsystemet, hældningskoefficient og bestemmelse af hældningskoefficient vha. topunktsformlen. Topunktsformlen bevises. Skæring mellem graferne for to lineære funktioner behand­ les.

Eksponentialfunktioner omfatter formen $b \cdot a^x$, procentvis tilvækst samt fordoblings- og halveringskon­ stant.

Titalslogaritmfunktionen $\log$ introduceres i forbindelse med løsning af ligninger af typen $a^x = c$, og lo­ garitmereglen $\log(a^x) = x \cdot \log(a)$ præsenteres.

Simpel matematisk modellering med anvendelse af lineære funktioner og eksponentialfunktioner, herun­ der anvendelse af regression.

I arbejdet med matematisk modellering skal eleverne blive fortrolige med modellering af sammen­ hænge ved hjælp af lineære funktioner og eksponentialfunktioner. De skal kunne foretage regression med disse funktionstyper og kunne plotte data og model med hensigtsmæssigt valg af grafvindue.

Eleverne skal kunne forholde sig kritisk til en model og dens resultater, herunder hvorvidt modellen faktisk beskriver data eller rummer en systematisk variation. De skal kunne beregne absolut og relativ afvigelse.

Eleverne forventes at kunne opstille simple lineære og eksponentielle modeller ud fra sproglige beskri­ velser, fx "Befolkningen vokser med 4% pr. år med en startværdi på 6 mio.".

Ved modellering med inddragelse af et udleveret datamateriale skal eleverne kunne besvare spørgsmål om fremskrivninger og prognoser eller spørgsmål, der vedrører fortolkning af de formeludtryk og reg­ neforskrifter, som modellerne genererer, samt konkrete, beregningsmæssige spørgsmål på baggrund af bestemte oplysninger om konteksten.

Ved den skriftlige prøves delprøve 2 kan opgavesættet være bilagt en datafil i Excel-format, hvor tal­ lene på C-niveau er heltal.

2.2.4 Sandsynlighedsregning og statistik

Deskriptiv statistik

Beskrivelse og grafisk repræsentation af ugrupperet og grupperet observationsmateriale, simple statistiske deskriptorer.

For *ugrupperede* data skal eleverne blive fortrolige med begreberne hyppighed, frekvens og kumuleret frekvens. De simple statistiske deskriptorer er middelværdi, median og øvrige kvartiler, variationsbredde, kvartilbredde og outlier for et datasæt. De grafiske repræsentationer, som eleverne skal kunne behandle, er søjlediagram og boksplot.

Ved den skriftlige prøve stilles ikke opgaver, hvor eksaminanderne skal producere et søjlediagram.

Der findes flere forskellige definitioner af kvartiler for diskret datamateriale. I den skriftlige prøves delprøve 1 skal eksaminanderne benytte den definition, der fremgår af formelsamlingen for niveauet. I delprøve 2 accepteres alle gængse standarder, da elevernes digitale værktøjer kan benytte forskellige definitioner.

For *grupperet* datamateriale skal eleverne blive fortrolige med intervalhyppighed, intervalfrekvens og kumuleret frekvens. De simple statistiske deskriptorer er her middelværdi, median og øvrige kvartiler samt fraktiler. De grafiske repræsentationer, som eleverne skal kunne behandle, er histogram og sumkurve. Ved den skriftlige prøve stilles ikke opgaver, hvor eleverne skal producere disse diagrammer.

Datasæt til brug ved opgaver ved den skriftlige delprøve 2 kan være en fil i Excelformat, hvor tallene på C-niveau vil være heltal.

Deskriptiv statistik har så mange berøringsflader med omverdenen og med andre fag, at der er et stort og varieret antal emner inden for dette område, som kan være genstand for et samarbejde med andre fag, eller som kan dyrkes inden for matematikundervisningen selv. Hvor det er muligt, er det en stor fordel for indlæring af begreber og metoder, at det foregår i et samarbejde med andre fag som kultur- og samfundsfaggruppen eller den naturvidenskabelige faggruppe, der som en naturlig del af undervisningen producerer datamaterialer, som kan behandles i matematik.

Sandsynlighedsregning

Sandsynlighed, sandsynlighedsfelt, herunder symmetrisk sandsynlighedsfelt. Kombinatorik, herunder kombinationer.

Sandsynlighedsfelter, herunder symmetriske sandsynlighedsfelter, behandles som model for stokastiske eksperimenter gennem konkrete eksempler.

Eleverne skal have kendskab til både a priori (på forhånd givne) og frekventielle (statistisk bestemte) sandsynligheder og kende forskellen på disse.

I kombinatorik indgår additions- og multiplikationsprincipperne. Formlen for $K(n,r)$ indgår og behandles, evt. ud fra eksempler.

Uafhængige hændelser omtales kun i forbindelse med problemløsning, der kræver multiplikation af sandsynligheder, men gives ikke en selvstændig behandling.

2.3 Supplerende stof

Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof, der skal udfylde ca. 10 pct. af undervisningstiden, skal uddybe arbejdet med kernestoffet og indeholde nye emner eller metoder, som perspektiverer faget.

Emnerne kan vælges såvel inden for som uden for de allerede behandlede hovedområder af matematikken. Ved at vælge emner, der lægger op til samarbejde med andre af elevernes fag, åbnes der samtidigt for en perspektivering af faget, som kan understrege fagets relevans i andre sammenhænge.

Perspektivering af kernestoffet kan ofte ske gennem en anvendelse af matematik i andre fag eller demonstration af fagets relevans i forhold uden for matematikken. Eksempelvis kan arbejdet med rentesregning afrundes med et samarbejde med andre fag, hvor holdet læser supplerende stof i matematik om fx annuiteter som grundlag for en behandling af privatøkonomiske forhold.

2.4 Omfang

Det forventede omfang af fagligt stof er normalt svarende til 150-300 sider afhængigt af det valgte undervisningsmateriale.

3 Tilrettelæggelse

3.1 Didaktiske principper

Elevforudsætninger og den indledende undervisning

Undervisningen tager udgangspunkt i et fagligt niveau svarende til elevernes niveau fra grundskolen.

I sin afrapportering omtaler Matematikexpertgruppen³, hvorledes elever ved overgang fra grundskolen til de gymnasiale uddannelser kan opleve et skifte i matematikundervisningen. Grundskolens matematikundervisning med præg af problembehandling inden for hverdagsanvendelser med vægt på det forklarende og beskrivende afløses af de gymnasiale uddannelsers tilgang, der stiller gradvist større krav om en mere abstrakt, teoretisk og analyserende tilgang. Samtidigt oplever eleverne også et skift i kravene til begrebsmæssig præcision og krav om at kunne redegøre matematisk for, hvordan resultater fremkommer.

Dette skifte kan være en udfordring for mange elever i starten af forløbet. Derfor er det særligt vigtigt at være opmærksom på elevernes faglige forudsætninger, så eleverne kan opleve, at undervisningen foregår på deres faglige præmisser, uanset at der er en intention om gradvis at udvikle elevernes forståelse for matematisk argumentation.

Samtidig er det afgørende, at eleverne får hjælp til en god start på faget gennem etablering af gode studievaner og rutiner, og at deres aktive deltagelse og motivation støttes. I et længere perspektiv er det nok mindre vigtigt, at undervisningen i starten kommer hurtigt frem i kernestoffet, fordi elever, der møder med dårlige studievaner, hurtigt kan komme bagud i et kumulativt opbygget fag som matematik.

Det er derfor næppe hensigtsmæssigt at starte med et forløb om fx bogstavregning eller ligninger alene. Man kan i stedet arbejde med lineære modeller og deres anvendelse, eller trigonometri og modellering af geometriske situationer, hvor praktisk ligningsløsning indgår som en naturlig del af forløbet.

Undervisningens tilrettelæggelse

Undervisningen i matematik tilrettelægges, så målene med de enkelte forløb er tydelige for eleverne, og så eleverne motiveres til at arbejde med faget samtidig med, at deres nysgerrighed og kreativitet stimuleres.

Læreplanens faglige mål er slutmål, som udgør grundlaget for evalueringen af elevernes udbytte af undervisningen i matematik C ved de afsluttende prøver. Undervisningen skal planlægges med en progression i kravene og passende valgte delmål, så eleverne har mulighed for til sidst at have nået de faglige måls krav til viden, færdigheder og kompetencer. Her kan man med fordel tænke på den "gradinddeling" af kompleksiteten af elevens forståelse af det faglige stof, som SOLO-taksonomien tilbyder.

Det er lærerens opgave at konkretisere målene med hvert forløb og at gøre eleverne bevidste om dem, så de forstår målene og kan se vejen derhen. Det kan med fordel også gælde den enkelte lektion. Når eleverne løbende kan se sammenhængen og forstår meningen med undervisningen, har de bedre mulighed for at fokusere deres indsats på det, de skal lære.

Samtidig skal undervisningen tilrettelægges, så elevernes nysgerrighed og kreativitet stimuleres.

³ Ekspertgruppe i matematik: "Fælles udvikling af matematik". Børne- og Undervisningsministeriet (august 2022).

Matematik kan som fag nemt opfattes som "færdigstøbt" set fra elevernes synsvinkel. Men historisk set er faget i stadig udvikling, båret af menneskelig nysgerrighed og kreativitet og i en vekselvirkning mellem anvendelse og teoribygning, jf. afsnit 1.1. *Identitet*. Den erkendelse om fagets udvikling er værdifuld i sig selv, og det kan desuden være en kilde både til motivation for eleverne, hvis de får lejlighed til selv at se eksempler på, hvordan matematik opstår. Eksempelvis kan det ske ved, at eleverne undersøger og "opdager" matematiske sammenhænge i faget, at de arbejder med ikke-rutineprægede problemstillinger, eller at de opstiller og undersøger modeller for omverdensfænomener eller fænomener fra andre fag. Inden for eksempelvis deskriptiv statistik er det oplagt at lade elever indsamle og give en deskriptiv analyse af et autentisk datamateriale om brug af mobiltelefoner.

Hovedvægten lægges i matematik C på brug af matematik som middel til at beskrive og forstå enkle matematiske sammenhænge, hvor dele af eksempelmaterialet hentes fra elevernes omverden.

Sigtet med undervisningen i matematik C er jf. afsnit 1.2. *Formål* at hjælpe eleverne til grundlæggende indsigt i faget med vægt på almindelsen. Arbejdet med elevernes tilegnelse af viden, færdigheder og kompetencer på et grundlæggende niveau er det centrale i undervisningen i matematik C. Derfor er fokus på, at eleverne opnår en forståelse af og træning i nogle centrale, grundlæggende elementer i faget: Funktionsbegrebet, simpel geometrisk modellering og enkle sandsynlighedsovervejelser, som er af betydning for eleven som samfundsborger. Derudover er matematik C første trædesten for de elever, som ønsker at opbygge matematikkompetencer aht. fremtidige studier.

Når eleverne beskriver og arbejder med at forstå matematiske sammenhænge, inddrages også eksempler uden for matematikken, der kan levere en arbejdsmark for elevernes arbejde med matematiske argumenter og matematiske sammenhænge. Inddragelse af eksempler fra elevernes omverden eller øvrige fag kan hjælpe eleverne til at se større sammenhænge på tværs af fag.

Analysen af matematiske sammenhænge kan ske i form af små eksempler, hvor tabeller, formler, grafer, ligninger eller sammenhænge, som er beskrevet og anvendt i andre fag, genbehandles med de "matematiske briller" i matematikundervisningen. Elevernes arbejde med tilsyneladende forskellige eksempler som blodsukterniveau eller udviklingen i verdens regnskovsareal bidrager til, at de kan se den fælles beskrivelsesramme, som matematik leverer.

Ved at inddrage elevernes omverden kobles matematikken til noget, eleverne naturligt kan finde vedkommende og relevant. Hvad elevernes omverden består af afhænger af elevgruppen. Forskellige emner kunne være: klimaproblematikker, festivalbesøg, at flytte hjemmefra, at købe bil, dating, SoMe og sundhed.

Ræsonnement

Eleverne skal i flere hovedområder se eksempler på, hvordan faglige påstande eller sætninger underbygges med bevis eller anden form for sammenhængende argumentation.

Det er et slutmål i matematik C, at eleverne kan følge og gennemføre enkle matematiske ræsonnementer og udvalgte beviser inden for flere hovedområder. Betegnelsen "hovedområde" henviser jf. vejledningen til afsnit 2.2. *Kernestof* til områderne geometri, funktioner og sandsynlighedsregning/statistik, hvis kernestof er beskrevet i punkt 2.2.2-2.2.4.

Arbejdet med eksempler på underbygning af udvalgte, faglige påstande tjener til at give eleverne en grundlæggende indsigt i fagets deduktive natur, jf. det faglige mål om at kende til fagets identitet og metoder.

Underbygningen kan ske som bevisførelse, fx i et bevis for Pythagoras' sætning eller formelen for bestemmelse af hældningskoefficienten for en ret linje. I andre sammenhænge kan det være mere hensigtsmæssigt at give en sammenhængende argumentation baseret på eksempler, der generaliseres – eksempelvis ved gennemgang af multiplikationsprincippet.

Se i øvrigt de enkelte afsnit i vejledningens afsnit [2.2. Kernestoffet](#).

Faglig progression

Der skal sikres progression i kravene til elevernes selvstændighed mht. argumentation, problemløsning og modellering samt i den faglige fordybelse, herunder i arbejdet med at læse, bearbejde og formidle elementær, matematisk tekst.

Læreplanen formulerer sig om de slutmål, eleverne skal nå. Man kan derfor med fordel for det enkelte hold undervejs opstille realistiske delmål for forløbene, som præsenteres for eleverne, så de har mulighed for at opleve faglig mestring og selvstændighed, også undervejs mod C-niveauet.

Kravet om progression afspejles naturligt i den rækkefølge, som man vælger at behandle kernestoffet i. På samme vis kan kravene til dybde og præcision i argumentation, problemløsning og modellering udvikles undervejs. Progressionen afspejler sig også i graden af selvstændighed i elevernes arbejde med stoffet i undervisningen.

For problemløsning kan progressionen bestå i, at opgaverne i det enkelte forløb udvikler sig fra små, rene træningsopgaver til større og mere komplekse opgaver eller eksempler på eksamensopgaver.

Problemløsning

Problemløsning er centralt i arbejdet i matematik og skal indgå såvel i undervisningen som i elevernes selvstændige fordybelse i faget. Arbejdet med problemløsning skal tilrettelægges med progression under hensyn til konsolidering af elevernes færdigheder i alle kernestofområder.

Problemløsning er et centralt element i matematikundervisningen på alle niveauer som anledning til at arbejde med analyse af matematikholdige problemstillinger med inddragelse af matematisk argumentation, sprog og repræsentationsformer, ligesom det er en formel ramme om arbejde med matematiske modeller.

Eleverne kommer fra en tilgang i grundskolens matematikundervisning, hvor problemløsning om særligt hverdagsanvendelser har vægt på det forklarende og beskrivende. Det er derfor en væsentlig omstilling for de nye elever, når matematik i hf rummer krav om en mere abstrakt, teoretisk og analyserende tankegang. Det gælder krav til dels elevernes præcision i sprogbrug og argumentation, dels deres redegørelse for, hvordan de har nået et givet resultat.

En besvarelse af en opgave, der blot rummer "facit", er utilstrækkelig i gymnasial matematik. Der skal være en progression i forventningen til elevernes præcision i sprogbrug og argumentation samt til deres redegørelse for, hvordan de har nået et givet resultat. Ved den afsluttende skriftlige prøve indgår det i helhedsvurderingen af besvarelsen, at eksaminandens tankegang fremgår af besvarelsen, fx ved at nødvendige mellemregninger er med, at der er en velvalgt illustration, et systematisk valg af betegnelser, og at eksaminanden formulerer, hvad konklusionen på opgaven er.

Elevernes udbytte af det skriftlige arbejde med problemløsning kan øges ved at få dem til at fokusere på, hvad de hver gang skal lære, så elevens fornemmelse af nytte ved problemløsningen fastholdes, og problemløsning ikke over tid reduceres til et ritual, der blot skal overstås. Variation i produkt- og arbejdsform samt tydelighed om det ønskede såvel som opnåede faglige udbytte er centrale greb.

Der er mange muligheder for variation af det skriftlige arbejde med problemløsning. I korte sessioner kan eleverne eksempelvis arbejde med problemløsning på digitale, adaptive platforme. Feedback på

afleveringer kan varieres, fx gennem brug af samtaler med elever, der i grupper præsenterer deres løsning af opgaver for hinanden eller læreren.

Eksempler på undersøgende tilgang

Eleverne skal møde eksempler på en undersøgende tilgang til matematiske problemstillinger og modeller, så de får mulighed for selvstændigt at formulere og undersøge formodninger ud fra konkrete eksempler og problemstillinger.

Ved undersøgelsesbaserede aktiviteter bruger eleverne deres eksisterende viden (fx færdigheder, metoder og begreber) på nye måder og nye problemstillinger, så for dem ny viden udvikles. Undersøgelsesbaserede aktiviteter er således tæt knyttet til ræsonnementskompetencen, da undersøgelserne kræver en følge af argumenter. Aktiviteterne kan derfor være med til at give forståelse for opbygningen af matematisk teori.

Eksempler på undersøgelsesbaserede aktiviteter kan være, at man lader eleverne undersøge, hvad der sker med arealet af en trekant, når siderne i trekanten forstørres med en bestemt størrelse. Inden for deskriptiv statistik kunne man give eleverne to datasæt bestående af lønningerne i to firmaer. Eleverne skal så svare på, hvilket firma, de helst vil ansættes i. I arbejdet med lineære funktioner eller eksponentielle udviklinger kan eleverne eksempelvis undersøge betydningen af variation af parametre.

Den undersøgende tilgang kan også bruges til behandling af en delvist åben problemstilling, som eleverne selv opstiller. Det kan eksempelvis være med udgangspunkt i elevernes privatøkonomi, tal for smittespredning eller bakteriepopulationers vækst.

Arbejde med en undersøgende tilgang kan være en ny arbejdsform for eleverne, som derfor kan have særligt behov for tydelige rammer ved denne type arbejde.

Modellering

Modellering skal indgå som en væsentlig del af undervisningen.

Matematisk modellering indgår i de faglige mål i matematik på alle niveauer på stx og hf, fordi alle elever uanset niveau skal kunne arbejde med matematisk modellering af problemstillinger; se også omtalen af Matematikkommissionens afrapportering (2016) i denne vejlednings afsnit [1.1 Identitet](#). Modellering indgår således som aspekt i behandlingen af alle kernestoffets hovedområder med henblik på at vise anvendelsesorienterede sider af faget med afsæt i andre fag eller omverdensfænomener.

Inden for hovedområdet om funktioner er lineære modeller centrale på grund af deres omfattende brug i modellering, og fordi de giver mulighed for at bygge videre på viden fra grundskolen og for flerfagligt samarbejde lige fra uddannelsens start.

Eleverne skal kunne opstille, bearbejde og fortolke simple matematiske modeller ud fra et givet talmateriale, en figur eller en beskrivende tekst, hvor de elementære funktioner bringes i anvendelse, jf. gennemgangen af kernestoffet, herunder ved regression.

Eleverne skal lære at modellere simple, geometriske fænomener med trekanter, herunder ved hjælp af deres dynamiske geometriprogram.

I sandsynlighedsregning er det naturligt at tage afsæt i modeller af spil og andre konkrete situationer i elevernes omverden.

Modelleringskompetencen indgår i den afsluttende skriftlige prøve i faget, hvor konkrete matematiske modeller behandles, jf. gennemgangen i omtalen af kernestoffet.

Ved modellering af omverdensfænomener kan man inddrage eleverne i overvejelser om en mulig mo-

dels rækkevidde, herunder betydningen for modellens anvendelse af indlagte, idealiserende forsimplinger.

Modellering er et oplagt udgangspunkt for flerfagligt samarbejde, fordi andre fags anvendelse af matematik ofte tager udgangspunkt i modellering.

Digitale værktøjer

Digitale værktøjer, herunder CAS-værktøjer, skal indgå i elevernes arbejde med kernestofområder, hvor det er relevant som værktøj til modellering, problemløsning og formidling.

I dette afsnit af læreplanen behandles krav vedrørende brug af digitale værktøjer, herunder CAS-værktøjer, til arbejde med modellering, problemløsning og formidling. De rent tekniske krav til de digitale værktøjer, som eleverne skal have til rådighed og undervises i brugen af, specificeres i afsnit 3.3. It. Endelig præciseres i afsnit 2.2. Kernestof brugen af digitale værktøjer inden for enkelte kernestofområder.

Elevernes brug af digitale værktøjer tjener forskellige hensyn. Overordnet skal matematik på lige fod med andre fag bidrage til elevernes digitale dannelse, men også en række faginterne hensyn peger på brug af digitale værktøjer i matematikundervisningen. Som fagets værktøj indgår digitale værktøjer naturligt i mange sammenhænge i arbejdet med bl.a. regression, graftegning, beregninger i stedet for tabelopslag, behandling af statistiske data samt konstruktion af og beregning på geometriske modeller. Digitale værktøjer udvider arbejdsfeltet for *modellering* til mere avancerede modeller, end eleven ville kunne klare i hånden. De støtter eleven ved komplekse beregninger i *problemløsning* som led i længere ræsonnementer som på niveauet ellers ville blive for uoverskuelige eller vanskelige; det kunne eksempelvis være undersøgelse af betydningen af fordoblingskonstant. Disse anvendelser skal eleven kunne udfolde selvstændigt, og de prøves ved den skriftlige prøves delprøve 2. Se yderligere præcisering heraf for enkelte kernestofområder i denne vejlednings afsnit 2.2. Kernestof.

Ud over de nævnte anvendelser, som læreplanen stiller krav om, giver digitale værktøjer nogle didaktiske muligheder, som underviseren kan vælge at udnytte. Værktøjerne kan være velegnede til at illustrere matematiske begreber. På kort tid kan man med digitale værktøjer eksempelvis producere eksempler, illustrationer, grafer mm., som kan understøtte kendskab til betydningen af variation af parametrene i en funktionsforskrift. Digitale værktøjer er desuden egnede til undersøgelser og eksperimentel undervisning, hvor eleverne selvstændigt undersøger enkle matematiske påstande. Endelig kan digitale værktøjer støtte fagligt svage elever, som har problemer med basal matematik, til at komme et stykke vej i et fagområde, som måske ellers ville være utilgængeligt for en elev med mere grundlæggende vanskeligheder med bogstavregning.

At bruge digitale værktøjer kompetent kommer ikke af sig selv, og det er hensigtsmæssigt at introducere brugen tidligt og i forbindelse med det faglige arbejde med matematisk stof, når behovet opstår, så de nødvendige kompetencer kan blive rutine, og i en vekslen med arbejde med "blyant og papir", jf. også afsnit 3.4 It.

Læreren bør inddrage digitale hjælpemidler i undervisningen, når det er hensigtsmæssigt. Det er ikke hensigtsmæssigt, at eleven i det væsentlige baserer sin forståelse af matematik på computerkommandoer i et digitalt værktøj, og digitale værktøjer bør ikke være en genvej til et facit, uden at eleven forstår den bagvedliggende matematik.

Ved arbejdet med lineære modeller og lineær regression kan digitale værktøjer inddrages i at arbejde med forskellige repræsentationsformer og skifte mellem dem.

Online spørgeskemaprogrammer kan benyttes til indhentning af anonyme data til statistiske undersøgelser.

Ud over den brug af digitale værktøjer som specifikt hjælpemiddel i matematik, som læreplanen stipulerer, og som er omtalt ovenfor, kan diverse digitale værktøjer indgå efter underviserens didaktiske valg. Eksempelvis kan online quizprogrammer bruges som 'breaker', til afrunding af et emne eller som mere formaliseret led i den løbende evaluering af undervisningen og elevernes faglige udbytte.

Matematisk sprogbrug

Matematik er grundlæggende et skriftligt fag, hvor næsten enhver mundtlig aktivitet suppleres af noget skriftligt i form af korte notater eller egentlig tekst. Det løbende arbejde med skriftlig problemløsning i matematik C-forløbet tjener bl.a. til, at eleverne får tilstrækkelig rutine i arbejdet med formler og bogstavudtryk.

Studie- og karrierespæktiv

Undervisningen skal belyse fagets professionsrettede perspektiver.

Eleverne skal ifølge lov om de gymnasiale uddannelser gennem undervisningen opnå viden om og erfaringer med fagenes anvendelse, der modner deres evne til at reflektere over egne muligheder og at træffe valg om egen fremtid i et studie-/ karrierespæktiv og et personligt perspektiv.

Inddragelsen af professionsrettede perspektiver kan yderligere ske ved, at eleverne præsenteres for eksempler på, hvorledes matematikfaglige kompetencer kan anvendes i andre sammenhænge og på uddannelser og i professioner, hvor matematisk indsigt er en støtte. I det faglige samspil med andre fag får eleverne kendskab til, hvilke typer af spørgsmål matematik kan svare på, og en naturlig forlængelse heraf er at tale med eleverne om hvilke erhverv, der bl.a. beskæftiger sig med sådanne spørgsmål. Gennem mødet med fagets muligheder samt elevens egne refleksioner herover får eleverne en forståelse for egne karrierespæktiver og mulige uddannelsesvalg.

På www.emu.dk er det muligt at læse mere om, hvordan man kan arbejde systematisk med specielt karrierelæring – se [Karrierelæring i gymnasiet - rapport, idekatalog og videoer](#).

3.2 Arbejdsformer

Undervisningen skal tilrettelægges, så der er variation og progression i de benyttede arbejdsformer under hensyntagen til elevgruppen og de mål, der ønskes nået med de enkelte forløb.

Der skal være en tydelig progression i valgene af arbejdsformer, så de medvirker til udviklingen fra elev til studerende. Dette gælder både omfanget af det selvstændige arbejde og graden af selvstændighed i arbejdet. I starten af det etårige forløb kan undervisningen med fordel tilrettelægges med udgangspunkt i kortere, lærerstyrede forløb, hvor eleverne stifter bekendtskab med de krav, som gælder for matematik i gymnasiet. Senere kan eleverne gradvist, når det er muligt, få et større ansvar for dele af forløb.

Der skal indgå såvel mundtlige som skriftlige arbejdsformer i den daglige undervisning, som gør det muligt for den enkelte elev at udvikle kompetence til, individuelt og i samarbejde med andre, at tilegne sig matematisk indsigt.

I begyndelsen af forløbet gives grundig stilladsering til det stof, der skal bearbejdes, og af de opgaver, der skal løses derhjemme. Over tid må der arbejdes på, at elevens evne til at arbejde individuelt kan udvikles ved, at eleverne gradvist får mere ansvar for arbejdet i timerne og hjemme.

På længere sigt er det ønskeligt at forpligte eleverne på selv individuelt eller i grupper i kortere forløb at arbejde selvstændigt med fagligt stof, såvel skriftligt som i den daglige undervisning.

Skriftligt arbejde

Den skriftlige dimension skal medvirke til at sikre fordybelse i faget og omfatte problemløsning, arbejde med matematiske modeller og formidling af matematikfaglig indsigt. Det skriftlige arbejde tilrettelægges med variation i formen, og så der er progression og sammenhæng med skriftligt arbejde i de øvrige fag,

eleven har. Progressionen omfatter såvel fordybelsesgraden som kravene til elevernes selvstændige indsats.

Det skriftlige arbejde med problemløsning og modeller er centralt i forhold til at styrke elevernes tilegnelse af de behandlede faglige begreber og bringe nyt stof i sammenhæng med det allerede behandlede og skærpe brugen af faglig metode.

Mundtligt arbejde

Eleverne skal arbejde med mundtlig kommunikation om matematiske emner med særligt henblik på matematisk argumentation og formidling.

Den mundtlige dimension har såvel interne som eksterne perspektiver. Internt bidrager arbejdet med at skærpe opmærksomheden om faglig præcision, så eleverne gennem forløbet bliver i stand til selvstændigt at behandle problemstillinger i omfang som opgaver ved den afsluttende skriftlige prøve. I det eksterne perspektiv indgår, at eleverne kan udtrykke sig om sagsforhold med matematisk indhold i andre faglige sammenhænge, eksempelvis tolkningen af simple lineære eller eksponentielle modeller.

3.3 It

It og digitale værktøjer skal indgå i undervisningen i hensigtsmæssig vekslen mellem brug af digitale værktøjer og "blyant og papir".

Læreplanens afsnit om it anfører krav om, at eleverne skal have særlige digitale værktøjer til rådighed i matematik, der giver bestemte muligheder, og om, at eleverne skal undervises i brugen af disse værktøjer til arbejde i matematik. Den didaktiske brug af digitale værktøjer i matematik er bredere gennemgået i afsnit 3.1. *Didaktiske principper*. I afsnit 2.2. *Kernestof* gives enkelte præciseringer af kravene inden for forskellige fagområder i kernestoffet.

De digitale værktøjer, eleverne skal lære at bruge og forventes at have til rådighed ved den skriftlige delprøve 2, skal indeholde faciliteter til visualisering af funktioner, brug af regneark, numerisk løsning og generel symbolmanipulation med CAS. De digitale værktøjer skal understøtte undersøgende og dynamiske aktiviteter vedr. funktioner og geometri.

Læreplanen omtaler krav til de digitale værktøjer, eleverne skal have til rådighed. Brug af regneark omfatter opstilling af funktionstabeller, bestemmelse af statistiske deskriptorer for datasæt og regression. Numerisk løsning omfatter numerisk løsning af ligninger, jf. afsnit 2.2. *Kernestof*. Kravene til understøttelse af undersøgende og dynamiske aktiviteter vedr. funktioner omfatter dynamisk ændring af parametre i funktionsudtryk fx vha. "skydere", mens kravene vedr. geometri alene omfatter plangeometri.

Det er en fordel for både elever og lærere, hvis skolen formulerer en fælles politik mht. anskaffelse og anvendelse af digitale værktøjer i matematik, der lever op til læreplanens krav, herunder at vælge digitale værktøjer, der kan benyttes praktisk til problemløsning i matematik ved den skriftlige prøve i faget.

Velovervejede, fælles beslutninger er væsentlige dels af hensyn til elever, der ønsker at opgradere fra et matematikniveau til det næste, dels for at sikre mulighederne for fagligt samarbejde på tværs af klasser og hold.

I undervisningen tilstræbes en tilpas vekselvirkning mellem det analoge og det digitale. It og digitale medier og værktøjer, herunder kunstig intelligens, benyttes, hvor det skønnes hensigtsmæssigt ift. elevernes læringsproces og digitale dannelse. I anvendelsen af it styrkes elevernes evne til at søge, udvælge og formidle relevant fagligt materiale samt til at forholde sig kritisk til de muligheder og begrænsninger, som digitale værktøjer, og produkter frembragt ved hjælp heraf, giver.

3.4 Samspil med andre fag

I 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 anvendelsesorienterede og almindelige sider.

I samarbejdet med fag, der anvender matematik, indgår som minimum koordination af de faglige forløb, så den relevante matematik så vidt muligt er behandlet i god tid før, de andre fag skal bruge de faglige metoder.

Samspillet med andre fag kan desuden bidrage til at skærpe elevernes opmærksomhed på, hvordan faget matematik ligner henholdsvis adskiller sig fra andre fag, og samspillet bidrager derigennem til en bredere forståelse for matematiks metoder og anvendelsesmuligheder.

Anvendelsesorienteringen kan indgå gennem valget af eksempelmateriale og modeller, der behandles skriftligt eller mundtligt i undervisningen. Elever kan eksempelvis holde små faglige oplæg om undersøgelse med deskriptiv statistik af data vedrørende problemstillinger fra forhold i samfundet.

4 Evaluering

4.1 Løbende evaluering

Eleverne skal jævnligt aflevere skriftligt arbejde i form af opgavebesvarelser eller andre typer produkter, der evalueres formativt af læreren med henblik på at fremme den enkelte elevs faglige progression.

Et skriftligt arbejde skal altid have et eksplicit formål, som er klart for eleverne, og evalueringen af det skriftlige arbejde retter sig efter formålet og produktets type. Hvis det primære formål er at dokumentere elevens faglige niveau, så vil feedbacken ofte være i form af en karakter eller anden summativ bedømmelse (fx ud fra SOLO-taksonomien). Modsat vil man ved et formål om læring af ny matematik normalt lægge vægten på konkrete, fremadskuende anvisninger.

I forbindelse med skriftligt arbejde bør det tydeliggøres, hvorvidt eleverne skriver for at lære eller for at dokumentere deres viden, og hvad et eventuelt bedømmelsesgrundlag omfatter. Feedback på skriftligt arbejde bør tænkes individuelt og differentieret, så den enkelte elev kan opnå optimal læring. Den formative feedback bør være det dominerende i en væsentlig del af undervisningen.

Elevernes arbejde med skriftlig problemløsning kan støttes ved at give hjælp undervejs i skriveprocessen frem for alene at give afsluttende kommentarer på et produkt.

Elevernes udbytte af undervisningen skal evalueres løbende, særligt mht. problemløsning og modellering. Herved tilvejebringes grundlag for en fremadrettet vejledning af den enkelte elev i arbejdet med at nå de faglige mål og for justering af undervisningen. Udvalgte forløb afsluttes med enten mundtlig fremlæggelse eller skriftlig prøve med henblik på træning af de respektive prøveformer, jf. pkt. 4.2.

Evaluering af det mundtlige faglige niveau foregår typisk som svar på spørgsmål i undervisningen eller via feedback på præstationer som fx mundtlige fremlæggelser. I enhver kommunikation med eleverne i klassen i form af klassedialog, gruppearbejde, elevfremlæggelse mv., hvor eleverne kommer med faglige input, giver læreren passende feedback (niveausvarende) med henblik på brug af fagbegreber og faglig præcision med det for øje, at eleverne skal lære et nyt sprog. I matematik er der oftest ét korrekt svar eller én præcis formulering af et svar, men elevbidrag bør anerkendes, så alle elever får mod på at deltage aktivt. Langt de fleste elevbidrag kan bruges positivt i vejen frem mod det størst mulige matematikfaglige udbytte for hver enkelt elev, og den matematiske sprogbrug må løbende udvikles i elevernes dialog med hinanden og med læreren.

I forbindelse med prøver, mundtlige fremlæggelser eller andet selvstændigt arbejde kan det være hensigtsmæssigt at afholde korte, individuelle, formative evalueringssamtaler. Selvevaluering kan være et godt udgangspunkt for sådan en samtale, da eleverne ofte har god og realistisk vurdering af deres eget niveau.

Tests kan anvendes som evaluering af både mundtligt og skriftligt niveau. Evaluering af mundtligt niveau kan fx ske gennem en test med åbne, forståelsesrelaterede spørgsmål såsom "Hvad forstås ved at konstruere en trekant". Korte tests kan være uformelle og med et formativt sigte. Længerevarende tests på et helt modul kan ofte have et overvejende summativt sigte. Nogle tests vil læreren rette og bedømme, mens andre fx bedømmes af andre elever eller i fællesskab med holdets øvrige elever.

4.2 Prøveform

Der afholdes en centralt stillet skriftlig prøve og en mundtlig prøve.

Den skriftlige prøve

Der afholdes en skriftlig, todelt prøve på grundlag af et centralt stillet opgavesæt. Prøvens varighed er tre timer.

Første delprøve varer 1½ time. Anden delprøve varer 1½ time.

Ved første delprøve må kun en centralt udmeldt formelsamling for niveauet benyttes.

Ved delprøve 1 er eneste tilladte hjælpemiddel den centralt udmeldte formelsamling ('ren', dvs. uden tilføjelser) til det aktuelle niveau, som institutionen stiller til rådighed ved prøven.

Ved anden delprøve forudsættes, at eksaminanden råder over digitale værktøjer, jf. pkt. 3.3.

Ved delprøve 2 må eksaminanden benytte alle hjælpemidler med de begrænsninger, der fremgår af eksamensbekendtgørelsen og udmøntningen heraf bl.a. i hjælpemiddeloversigten.

Eksaminanderne får adgang til begge delprøver ved prøvens start, men må først tage yderligere hjælpemidler frem, når tiden til delprøve 1 er udløbet, og alle eksaminander har afleveret deres besvarelser af delprøve 1.

Om opgavesættene

Det faglige grundlag for opgaverne er det i pkt. 2.2. beskrevne kernestof, mens andre emner og problemstillinger kan inddrages, idet grundlaget så beskrives i opgaveteksten.

Enkelte områder i kernestoffet kan være undtaget fra delprøve 1 og/eller delprøve 2, jf. omtalen i afsnit 2.2 Kernestof.

De vejledende opgavesæt til niveauet illustrerer dels omfang og opbygning af opgavesæt, dels hvorledes den konkrete udformning af forskellige spørgsmål kan være, men udtømmer ikke mulighederne.

Der kan forekomme digitale bilag til opgavesættet i form af regneark med data, som eksaminanderne forventes at kunne importere til videre bearbejdning i deres eget digitale værktøj, fx software til regression. Det er en del af undervisningen, at eleverne lærer at importere data fra Excel-regneark. Ved prøven i matematik C, hf, udgøres data i digitale bilag af heltal.

Om metodekrav

Der kan forekomme krav om, at en bestemt metode skal benyttes ved besvarelsen af en opgave. I det tilfælde, at en elev ikke har benyttet en krævet metode, vil en ellers korrekt besvarelse ikke give fuldt point.

Et eksempel på et metodekrav kan være, at opgaven skal løses ved brug af en formel snarere end fx dynamisk geometriprogram eller grafværktøj. Brug af formuleringer som 'løs ligningen', 'bestem nulpunkter' eller 'bestem skæringspunkter mellem to grafer' er omvendt ikke i sig selv udtryk for, at der ønskes en bestemt fremgangsmåde.

Et andet eksempel på et metodekrav kan være "Benyt regression".

Der skelnes mellem 'beregning' og 'aflæsning'. En formulering som 'Bestem ved beregning...' eller 'Beregn...' betyder, at et korrekt svar skal baseres på en algebraisk beregning med et formeludtryk i kombination med en CAS-kommando (fx 'solve'), mens formuleringen 'Bestem ved aflæsning...' eller "Aflæs..." betyder, at et korrekt svar skal baseres på en præcis aflæsning med en dertil indbygget kommando på en grafisk eller en geometrisk repræsentation frembragt med et digitalt værktøj.

I alle andre opgaver vil der være frit valg med hensyn til metode. Det er en del af undervisningen, at eleverne opnår indsigt i styrker og svagheder ved forskellige løsningsstrategier med og uden digitale værktøjer, herunder symbolske, numeriske og grafiske metoder til løsning af ligninger og andre matematiske problemer. Formålet er, at eleverne bliver i stand til at vurdere hensigtsmæssigheden ved en given løsningsmetode samt at finde andre veje frem, hvis en bestemt løsningsstrategi slår fejl, fx i de tilfælde, hvor eksaminandens digitale værktøj giver et uventet svar.

Det forventes, at eksaminanderne kan opstille modeller ved regression, men det forventes ikke, at de kan begrunde én bestemt model frem for andre. Derfor vil den ønskede modeltype altid fremgå af opgaveteksten.

Om sprog og notation

Der anvendes som hovedregel decimalkomma (fx 1,53 og ikke 1.53) i opgavetekster. I særlige tilfælde, hvor kommatall vil give anledning til misforståelser, som fx ved angivelse af koordinater, benyttes decimalpunktum.

Hvis eksaminanderne bliver bedt om at tegne en model af en geometrisk situation, så forventes eleverne at medtage de karakteristiske egenskaber ved de objekter, der indgår, herunder størrelsesforhold.

Når der i en opgave omhandlende geometrisk modellering indgår, at en geometrisk figur på passende vis skal indtegnes i et koordinatsystem, så skal de mål, der er oplyst, anvendes med en sådan præcision, at koordinatsættene til relevante punkter i modellen kan aflæses og anvendes i de videre beregninger.

Den mundtlige prøve

Der afholdes en individuel, mundtlig prøve på grundlag af et bredt formuleret eksamensspørgsmål inden for de emner, holdet har arbejdet med.

Der stilles i alt mindst 8 forskellige eksamensspørgsmål, som til sammen i al væsentlighed dækker de faglige mål, kernestoffet og det supplerende stof, heraf mindst ét med udgangspunkt i det supplerende stof. Eksamensspørgsmålene offentliggøres i god tid inden prøven.

Eksaminationstiden er ca. 24 minutter pr. eksaminand. Der gives ca. 24 minutters forberedelsestid. Prøven består af dels eksaminandens præsentation af sit svar på det udtrukne eksamensspørgsmål, dels en uddybende faglig samtale mellem eksaminand og eksaminator med udgangspunkt i det overordnede emne.

Eksamensgrundlag: Undervisningsbeskrivelsen

Undervisningsbeskrivelsen danner grundlag for udarbejdelsen af de mundtlige eksamensspørgsmål. Undervisningsbeskrivelsens hovedformål er at sikre, at eleverne har den nødvendige information vedr. eksamen, og at censor kan forberede sig til at varetage sit hverv som censor. En undervisningsbeskrivelse skal som minimum indeholde:

1. Et kort resumé af hvert forløbs indhold og fokus, herunder forløbets centrale problemstillinger.
2. Angivelse af forløbets centrale faglige mål og kernestof / supplerende stof.
3. Det benyttede undervisningsmateriale.
4. Undervisningens tilrettelæggelse.

Emnets titel og anvendt undervisningsmateriale kan ikke alene gøre det ud for en beskrivelse af et forløb.

Eksamensspørgsmålenes antal

Kravet om, at der skal stilles mindst 8 forskellige eksamensspørgsmål, gælder uanset holdstørrelsen. Ifølge eksamensbekendtgørelsen skal der være så mange trækningsmuligheder, at sidste eksaminand

har mindst fire at vælge mellem. For at opfylde begge krav kan det være nødvendigt, at alle eksamensspørgsmål forekommer flere gange i den samlede pulje, som lægges frem ved prøvens start. Ved sådan gentagelse skal alle eksamensspørgsmålene gentages lige ofte.

Eksamensspørgsmålenes udformning

Det enkelte eksamensspørgsmål udformes med en overskrift og et eller flere underpunkter.

Overskriften angiver det overordnede emne for eksaminationen og fastlægger rammen for den uddybende, faglige samtale. For så vidt angår kernestoffet kan man som det enkelte eksamensspørgsmåls overordnede emne eksempelvis bruge læreplanens overskrifter for de relevante kernestofområder (fx "trigonometri" eller "deskriptiv statistik") eller titlen på et tema, holdet har arbejdet med. For eksamensspørgsmål, der tager udgangspunkt i det supplerende stof, må der formuleres en tilsvarende bred overskrift, så eksaminanden har mulighed for at demonstrere såvel faglig bredde som dybde i sin beherskelse af emnet.

De uddybende underpunkter udpeger centrale elementer, som forventes at indgå i eksaminandens selvstændige fremlæggelse af emnet. De kan dog hverken fungere som en tjekliste for eksaminator eller censor eller være en forpligtende disposition for eksaminanden.

Eksamensspørgsmålet skal gøre det muligt for eksaminanden at demonstrere sin grad af opfyldelse af de relevante faglige mål, herunder beherskelsen af det faglige indhold i det overordnede emne, uanset niveauet af præstationen, jf. gennemgangen i afsnit [4.3. Bedømmelseskriterier](#).

Eksamensspørgsmålene skal så vidt muligt være ækvivalente i omfang og sværhedsgrad.

Eksamensspørgsmålene skal tilsammen i al væsentlighed dække de faglige mål, kernestof og supplerende stof.

En graf, en enkel trigonometrisk model eller en illustration fra et spil, der kan modelleres med enkel sandsynlighedsregning, kan bruges som del af et eksamensspørgsmål til at give en fagligt svag eksaminand en konkret indgang til eksamensspørgsmålet både i prøvesituationen og i tiden op til prøven.

Særligt om sprogbrug

Ved udformningen af eksamensspørgsmålene må man være særligt opmærksom på det forventningsniveau, som forskellige ordvalg lægger. En formulering som "Bevis Pythagoras' sætning" eller "Du skal bevise, at vinkelsummen i en trekant er 180° " markerer et højt taksonomisk niveau.

Et krav om "redegørelse" for en given påstand svarer i matematik til det højeste taksonomiske niveau forstået på den måde, at kravet vil være en gennemgang af et bestemt bevis eller en udledning af et bestemt udtryk gennem en logisk følge af matematiske ræsonnementer. Ordet er således ækvivalent med ord som "bevis" eller "udled".

Et krav om en "forklaring" på, hvad en given påstand går ud på, er på et lavere taksonomisk niveau og indebærer ikke, at eksaminanden beviser eller udleder noget, men i stedet forklarer påstandens betydning eller anvendelse.

Ord som "fortæl om" eller lignende, der ikke er klare i deres kravspecifikation, bør undgås. Det samme gælder udtryk som "du kan eventuelt komme ind på..." eller "hvis der er tid, kan du...".

Før prøven

Principperne for udformning af eksamensspørgsmål skal drøftes med eleverne som led i undervisningen, fx ved at gennemgå en række eksempler på mulige eksamensspørgsmål inden for såvel kernestof som supplerende stof, sådan at det bliver klart for dem præcis hvilke krav, en bestemt formulering dækker over. Eksempelvis bør det omtales, at det hører med til en fyldestgørende præsentation af en sætning og dens bevis at gøre rede for sætningens forudsætninger.

Et udkast til eksamensspørgsmålene offentliggøres så vidt muligt i god tid før prøven og senest en uge før prøvens afholdelse. Eksaminator og censor indgår i et samarbejde om, at eventuelle uklarheder i eksamensspørgsmålene ryddes af vejen inden prøven.

Under prøven

Tildeling af et eksamensspørgsmål til den enkelte eksaminand foregår ved lodtrækning. Alle trækningsmuligheder, dvs. eksamensspørgsmål med eventuelle gentagelser, lægges frem fra starten af første prøvedag.

I forberedelsestiden må eksaminanden benytte alle hjælpemidler med de begrænsninger, der fremgår af eksamensbekendtgørelsen og udmøntning heraf.

Der afsættes omtrent samme tid til eksaminandens præsentation af sit svar på det udtrukne eksamensspørgsmål som til den uddybende faglige samtale mellem eksaminand og eksaminator samt evt. censor.

Eksaminanden disponerer som udgangspunkt selv sin behandling af eksamensspørgsmålets faglige indhold inkl. behandling af eksamensspørgsmålets underpunkter.

Normalt foregår eksaminationen ved en tavle, hvor eksaminanden 'fører pennen' og har sine notater i nærheden, og en computer kan inddrages, hvor det er relevant i den faglige sammenhæng.

Eksaminanden må under sin præsentation gerne støtte sig til egne noter og notater fra forberedelsestiden. Oplæsning eller afskrift direkte fra noter eller læremidler tæller ikke i sig selv positivt i bedømmelsen. Det er en del af den forudgående undervisning, at eleverne arbejder med at frigøre sig fra eventuelle notater og lignende under en mundtlig præsentation af et fagligt stof. Eleverne skal før prøven informeres om, at det ikke tæller positivt at læse op eller være meget nært knyttet til noter m.v.

Den uddybende faglige samtale kan tage udgangspunkt i elementer fra eksaminandens egen præsentation, som eksempelvis giver eksaminanden mulighed for at demonstrere kendskab til anvendelsesmuligheder, perspektivering eller overblik over eksamensspørgsmålets overordnede emne. Under samtaledelen kan det ikke være et krav, at eksaminanden giver bevistunge eller meget detaljerede redegørelser.

Under hele eksaminationen er det eksaminators opgave at sikre, at såvel fortrin som mangler ved eksaminandens præstation træder tydeligt frem.

4.3 Bedømmelseskriterier

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilken grad eksaminandens præstation opfylder de faglige mål, som de er angivet i pkt. 2.1. I såvel den skriftlige som den mundtlige prøve gives der én karakter ud fra en helhedsbedømmelse af eksaminandens præstation.

4.3.1 Den skriftlige prøve

Ved den skriftlige prøve lægges der vægt på eksaminandens evne til at

- *anvende grundlæggende matematiske begreber, teorier og metoder i problemløsning og modellering*
- *forstå og anvende matematisk symbol- og formelsprog*
- *benytte og oversætte mellem repræsentationer af matematiske objekter*
- *anvende digitale værktøjer til modellering og matematisk problemløsning*
- *opstille, bearbejde og fortolke enkle matematiske modeller til beskrivelse af fænomener inden for forskellige fagområder samt diskutere modellers anvendelse og rækkevidde*
- *læse og anvende enkle tekster med matematikfagligt indhold*
- *formidle emner med matematikfagligt indhold.*

Bedømmelse af besvarelsen af skriftlig prøve

Bedømmelseskriterierne har udgangspunkt i de faglige mål med de justeringer, som prøvens format nødvendiggør.

Vægtningen af hver af de to delprøver i det todelte, centralt stillede opgavesæt svarer til forholdet mellem det samlede pointtal, der kan opnås i hver af de to delprøver.

Eksaminanden kan få points som angivet i opgavesættet for hvert delspørgsmål. Al pointtildeling foregår efter samme tankesæt, som ligger til grund for karakterbekendtgørelsen: Eksaminanden har som udgangspunkt fuldt point, og der fradrages så i forhold til mangler.

Pointtildelingen for besvarelsen af den enkelte opgave bygger først og fremmest på eksaminandens fagligt korrekte besvarelse. De forskellige punkter i bedømmelseskriterierne omtaler aspekter heraf: Ni-veausvarende beherskelse af relevant teori, brug af matematisk symbol- og formelsprog, brug af præsentationsformer, modelleringsarbejde og fortolkning af matematikholdige tekster. Derudover honoreres eksaminandens formidling af besvarelsen jf. sidste punkt i listen over bedømmelseskriterier.

Censor drager omsorg for, at eksaminanden uanset en eventuel ophobning af mangler i formidlingen eller det faglige indhold trods alt får points for det positive, der er i besvarelsen. Herunder må vurderingen af mangler i fx formidlingen, der gentages, stå i et passende forhold til, hvor væsentlig eller uvæsentlig den pågældende mangel er.

I nogle opgaver vil delspørgsmål 'kæde', således at resultatet af ét delspørgsmål indgår i besvarelsen af senere delspørgsmål. Som hovedregel bedømmes en besvarelse af et senere delspørgsmål, som om benyttede svar fra tidligere delspørgsmål er korrekte; "følgefejl" trækker altså ikke ned. Det gælder dog ikke, hvis et svar i et delspørgsmål betyder, at det matematiske indhold i det senere delspørgsmål bliver helt anderledes eller ændrer sværhedsgrad væsentligt. Hvis facit på grund af følgefejl bliver tydeligt forkert, forventes i den gode besvarelse, at eksaminanden kommenterer på dette.

De karakterer, som censorerne afgiver, er ikke alene et resultat af en pointsammentælling. På grundlag af det samlede pointtal for besvarelsen tildeles en foreløbig karakter. Derpå foretages en vurdering af besvarelsen som helhed, hvorefter den endelige karakter fastsættes som vurdering af, i hvilket omfang eksaminandens præstation demonstrerer opfyldelse af de relevante faglige mål, jf. bedømmelseskriterierne ovenfor.

Helhedsvurderingen skal afspejle eksaminandens beherskelse af det faglige stof i bredde og dybde og klarheden af formidlingen af tankegang og faglig metode. Desuden skal besvarelsen være præget af matematisk korrekthed og indeholde besvarelse af såvel opgaver med "blyant og papir" som med computer.

Forventninger til eksaminandens formidling af sin løsning

I vurderingen af hvert delspørgsmål inddrages krav til formidling.

Forventningerne til formidlingen af besvarelsen af delprøve 1 og delprøve 2 er lidt forskellige, idet fx angivelse af mellemregninger giver god mening for opgaver i delprøve 1, mens der i delprøve 2 i stedet er forventning om dokumentation af brugen af digitale værktøjer i et sådant omfang, at det er muligt at genskabe løsningen ud fra eksaminandens dokumentation.

For at støtte eksaminanden i at skrive sin besvarelse, så den kan demonstrere opfyldelsen af de faglige mål vedrørende formidling, er nedenstående tekst indsat i begyndelsen af hvert prøvesæt:

For at du kan vise, at du opfylder de faglige mål med matematikundervisningen, er det vigtigt, at din besvarelse formidler din løsning af opgaven klart, og at din tankegang fremgår tydeligt. Du bør derfor i besvarelsen af hvert spørgsmål lægge vægt på:

Præsentation

Spørgsmålets matematiske indhold præsenteres.

Dokumentation

Ved regning i hånden skal du vise mellemregninger. Ved brug af digitale værktøjer skal du forklare din brug af det digitale værktøj.

Figurer

Figurer og grafer, du udarbejder, skal være tydelige og vise relevant information for besvarelsen.

Konklusion

Besvarelsen af spørgsmålet skal indeholde en tydelig konklusion.

Teksten ovenfor markerer en art af krav og er enslydende i alle de skriftlige prøvesæt i matematik på hf og stx uanset niveau C, B eller A.

Det er klart, at ikke alle punkterne ovenfor vedrørende formidlingen kommer i spil i hvert eneste delspørgsmål, ligesom beskrivelserne næppe dækker alt.

En eksaminand, der i en opgave formidler en forståelse af opgavens faglige problem demonstrerer herigennem en vis, om end ikke stor opfyldelse af de faglige mål. Det må der gives points for, uanset at løsningen er fagligt utilstrækkelig.

Eleverne må vejledes om, at selv i delspørgsmål, hvor en summarisk formuleret besvarelse af en opgave kan blive betragtet som tilstrækkelig, kan det være klogt at skrive *mere* for at sikre nogle points, hvis der er fejl undervejs. Eksempelvis kan man vise brugen af ligningsregler, henvise til en formels nummer eller 'navn' eller lignende.

Forventningsniveau på C-, B- og A-niveau

Ligesom med kompleksiteten af det faglige indhold er der også for så vidt angår eksaminandens formidling af sin besvarelse en gradbøjning fra C- til A-niveau af det forventede niveau.

Eksempelvis kan en besvarelse af en modelleringsopgave, som på ét niveau ville blive bedømt at være utilstrækkeligt summarisk, på et lavere niveau være fuldt tilstrækkelig.

Eksaminandens præsentation af opgaven

Nogle eksaminander kan af praktiske grunde vælge at kopiere hele opgaveformuleringer fra den digitale version af opgavesættet ind i besvarelsen af delprøve 2, som typisk udfærdiges med et digitalt værktøj. Der forventes ikke lange præsentationer. En enkelt, indledende sætning eller et klip af den relevante del af opgaveteksten eller en figur kan være fuldt tilstrækkeligt. I en modelleringsopgave kan blot en præsentation af de indgående variable og modellens forskrift eller navn være tilstrækkeligt. En præsentation af en differentialligningsopgave kan evt. være blot en forklaring af de indgående variables betydning sammen med et citat af ligningen. I en helt 'tør' ligningsopgave er det ikke nødvendigt, at der er mere præsentation end blot den oprindelige ligning.

En *helt* ubearbejdet gengivelse af hele opgavens tekst udgør dog ikke en selvstændig præsentation.

Eksaminandens dokumentation og figurer i besvarelsen

Kravene til, hvad eleven skriver til dokumentation af sin løsning af opgaven, varierer efter opgavens art.

Ved brug af formler forventes i begge delprøver som hovedregel, at den oprindelige formel citeres, før der indsættes i den, evt. omskrevet til de relevante variabelbetegnelser. Det kan evt. ske ved blot at nævne den ved dens eventuelle 'navn' eller nummer i formelsamlingen.

I delprøve 1 må mellemregninger indføres i så stort omfang, at eksaminandens tankegang er klar. I en opgave om løsning af en ligning i delprøve 1 er det tilstrækkeligt, at der præsenteres så mange mellemregninger, at der i alt væsentligt kun benyttes én ligningsregel pr. omskrivning, sluttende med facit. Eksaminanden kan vælge at tilføje ligningsreglen forklaret med bogstaver eller at tilføje fx " $+ 7$ " eller tilsvarende på begge sider af lighedstegnet for at yderligere at detaljere, hvad der er gjort; men det forlanges ikke.

I opgaver i delprøve 2, der involverer en geometrisk figur, et diagram, en teknisk tegning eller lignende kan det være relevant, at en sådan figur er med i besvarelsen som led i formidlingen. Hvis en figur i opgaven rummer den nødvendige information, er det tilstrækkeligt, at eleven indsætter et skærmbillede heraf.

Ved graftegning er det tilstrækkelig dokumentation af fremgangsmåden, at eksaminanden eksempelvis nævner, at "jeg har tegnet grafen med GeoGebra", og at funktionsforskriften fremgår – fx af skærmbilledet.

Når eksaminanden forventes at bruge matematisk symbol- og formelsprog, så betyder det også, at hvis det digitale værktøj bruger en særlig notation, eksempelvis " $\text{solve}(f(x)=8,x)$ ", kan eksaminanden fx skrive "Jeg løser $f(x)=8$: $\text{solve}(f(x)=8,x)$ " for dermed dels med korrekt notation at vise, hvad der skal gøres, dels dokumentere brugen af det digitale værktøj.

I modelleringsopgaver er en tilstrækkelig præsentation af modellen på B- og A-niveau, at eksaminanden som del af præsentationen af opgaven gør opmærksom på modellens forskrift eller navn, som den er præsenteret i opgaven eller kendes fra kernestoffet samt de variables betydning og eventuelle enhed, men det kan ikke forventes på C-niveau.

Eksaminandens konklusion

Som konklusion vil det sædvanligvis være tilstrækkeligt, at eleven afslutter sin besvarelse med en enkelt sætning som fx "Fordoblingstiden er dermed 45 år". I rene ligningsløsningsopgaver vil det også være tilstrækkeligt, at sidste linje i besvarelsen fx er " $x = 12$ ", og ved beregning af funktionsværdier blot at skrive " $f(8) = [\dots] = 56$ ". Det er en del af en fuldt korrekt konklusion, at svaret er forsynet med de rigtige enheder.

Karakterbeskrivelse

I afsnit 5.1.2 findes en karakterbeskrivelse til bedømmelsen af præstationer ved den skriftlige prøve, udtrykt ved karaktererne 12, 7 og 02.

4.3.2 Den mundtlige prøve

Ved den mundtlige prøve lægges der vægt på eksaminandens evne til at

- *beskrive grundlæggende matematiske begreber, teorier og metoder*
- *gennemføre enkle matematiske ræsonnementer*
- *forstå og anvende matematisk symbol- og formelsprog*
- *formidle et emne med matematikfagligt indhold.*

Karakteren for præstationen ved den mundtlige prøve er en helhedsvurdering. Ved bedømmelse af eksaminandens præstation skal eksaminandens matematiske færdigheder og kompetencer afvejes i overensstemmelse med bedømmelseskriterierne for at nå frem til helhedsvurderingen.

I afsnit 5.1.3 findes en karakterbeskrivelse til bedømmelsen af præstationer ved den mundtlige prøve, udtrykt ved karaktererne 12, 7 og 02.

5 Bilag

5.1 Karakterbeskrivelser

5.1.1 Oversigt over karakterskalaen

Karakter	Betegnelse	Beskrivelse
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.

5.1.2 Karakterbeskrivelser: Skriftlige besvarelser

I en eksamenssituation inddrages de kategorier, som er relevante for pågældende prøvesæt.

Eksaminanden...	12	7	02
Dybde/ kompleksitet/ Ræsonnement	- kan redegøre for simple modeller og reflektere over rækkevidde. - vælger og anvender med sikkerhed hensigtsmæssige metoder til behandling af forelagte matematiske problemer.	- demonstrerer viden om anvendelse af simple matematiske modeller. - demonstrerer viden om metoder til behandling af forelagte matematiske problemer.	- demonstrerer elementært kendskab til simple matematiske modeller. - demonstrerer nogen kendskab til fremgangsmåder i behandlingen af simple matematiske problemer.
Sprog/ terminologi/ Fremlæggelse	- kan udforme en veldisponeret besvarelse med en sikker brug af figurer og symbolsprog, og hvor tankegangen fremgår klart.	- kan udforme en opgavebesvarelse med god sammenhæng inden for de enkelte spørgsmål og med god brug af figurer og symbolsprog.	- kan anvende simple formler, men udformer en noget usammenhængende besvarelse med en beskeden inddragelse af figurer og en noget upræcis anvendelse af symboler.
Bredde/ overblik/ perspektiv	- er i stand til at bruge matematiske værktøjsprogrammer hensigtsmæssigt. - demonstrerer viden og færdigheder på stort set alle felter med kun uvæsentlige mangler.	- er i stand til at bruge matematiske værktøjsprogrammer hensigtsmæssigt i de fleste sammenhænge. - demonstrerer viden om og gode færdigheder inden for adskillige felter.	- kan anvende matematiske værktøjsprogrammer i løsning af simple opgavetyper. - demonstrerer elementær viden og elementære færdigheder inden for flere felter.

5.1.3 Karakterbeskrivelser: Mundtlige besvarelser

I en eksamenssituation inddrages de kategorier, som er relevante for pågældende eksamensspørgsmål/problemstilling.

Eksaminanden...	12	7	02
Dybde/ kompleksitet/ ræsonnement	- kan håndtere og diskutere rækkevidde af simple matematiske modeller. - kan præsentere en fremgangsmåde ved behandling af et simpelt matematisk problem på en klar og overskuelig måde. - kan gennemføre simple matematiske ræsonnementer.	- kan anvende simple matematiske modeller. - kan præsentere de vigtigste trin i behandling af et simpelt matematisk problem. - kan indgå i en faglig dialog om simple matematiske ræsonnementer.	- kan, med en del usikkerhed, indgå i en faglig dialog om simple matematiske modeller. - demonstrerer i en samtale kendskab til fremgangsmåden i behandlingen af et simpelt matematisk problem.
Sprog/ terminologi/ fremlæggelse	- kan fremlægge velstruktureret og udtrykke sig klart med sikker anvendelse af matematisk symbolsprog.	- kan fremlægge sammenhængende med et godt kendskab til matematiske symboler.	- kan anvende simple matematiske formler, men fremlægger noget usammenhængende og med usikker brug af matematiske symboler.
Bredde/ overblik/ perspektiv	- demonstrerer overblik over et område af matematik eller viden om et område, hvor matematik anvendes.	- demonstrerer viden om et område af matematik eller viden om simple anvendelser af matematik.	- demonstrerer i en samtale kendskab til et område af matematik eller til simple anvendelser af matematik.



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET