

Kompetenceplan for matematik på Steiner hf

Indledning

Rudolf Steiner skolen er tolvårig med en otteårig grundskole og en fireårig overskole/overbygning. Denne kompetenceplan relaterer sig til overskolen/overbygningen i faget samfundsfag dækkende for undervisningen fra 9. til 12. klassetrin. På Steiner-skolerne tilrettelægges undervisningen, så et fags progression og sammenhæng er tilpasset den unges alder. Således danner den almene udvikling af det unge menneske grundlag for de faglige temaer, der undervises i for hver årgang. Læs mere i "Introduktion til Rudolf Steiner-skolens læreplan – en skitse".

Ved godkendelsen af den toårige Steiner-hf for skolernes 11. og 12. klassetrin skal hf-læreplanen i faget følges og for Matematik C og B's vedkommende ses kravene her:

<https://uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/hf-laereplaner-2017>

For skoler, der udbyder faget på A niveau følges læreplanen for Matematik A på stx. Den findes her:

<https://uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>

Matematik udbydes på forskellige niveauer på de enkelte skoler, og lærerens frihed til at tilrettelægge sin undervisning i forhold til den enkelte klasses sammensætning og den enkelte skoles samlede faglige profil, er en væsentlig del af steinerpædagogikken. Der vil derfor være variationer i hvilke temaer og emner, der prioriteres fra denne kompetenceplan i tillæg til hf-læreplanens obligatoriske indhold på den enkelte skole.

Formål og perspektiv

Hvor matematikundervisningen i grundskolen hovedsagelig fokuserer på beregninger af konkrete størrelser som fx mål og vægt, er undervisningen i overskolen lagt an på at opøve en mere fri matematisk tænkning.

At tænke matematisk er i høj grad at tænke abstrakt. En cirkel tegnet på en tavle udgør fx kun en grovkornet repræsentation af cirkelns idé, mens ligningen $(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$ i kraft af bogstavernes generalitet på en gang rummer enhver tænkelig cirkel. Springet fra billede til ligning er en bevægelse fra det specifikke til det generelle, og dette tanke spring er essentielt i matematikken, hvor det at abstrahere sætninger af almen gyldighed er en del af fagets særkende.

Matematisk bevisførelse bør derfor have en fast plads i undervisningen. Ikke sådan, at læreren blot præsenterer beviser for eleverne, men ved at eleverne selv engageres i det tankearbejde, der fører frem til et fuldstændigt bevis. At fastholde fokus og forstå de logiske slutninger, der trin for trin bygger op til bevisets afslutning, er en intellektuelt krævende proces, som eleverne må lære at håndtere.

Undervisningen kan med fordel tilrettelægges sådan, at der forud for den endelige deduktion er en undersøgelsesfase, hvor eleverne gennem specialtilfælde og eksempler nærmer sig det generelle problem. Ideudveksling, intuition, gode gætt, at vurdere, om et argument er holdbart eller ej, er en væsentlig del af dette arbejde, og i den forstand er matematik også at betragte som et kreativt fag. På samme måde kan gåder og andre logiske problemer være en god måde til at øve matematisk tænkning.

En anden væsentlig del af undervisningen må bestå i at lade eleverne bruge deres matematiske færdigheder til at løse konkrete opgaver. Gennem opgaveløsning erfares blandt andet matematikkens anvendelighed inden for andre vidensområder, samtidig med at konkrete anvendelser kaster lys over den abstrakte matematik. Forbindelseslinjer til andre fag bør trækkes overalt, hvor det er muligt.

Først og sidst handler matematik i overskolen om at fæste lid til sin egen tænkning, og heri ligger fagets dannelseperspektiv. At kunne analysere et problem, fastholde fokus og gennem logiske slutninger opnå resultater af absolut sandhedsværdi, er den matematiske tænkningens triumf. Således må eleverne i matematikken mange opleve den glæde, det er at kunne sig til sig selv: Jeg ved, at det, jeg her har tænkt, er fuldstændig sandt.

Emneområder

Aritmetik og algebra

De fire grundlæggende regnearter fra aritmetikken fremhæves som regneoperationer med særlige symmetrier og egenskaber som f.eks. kommutativitet og associativitet. Regnereglerne udvides med potensregneregler for de rationelle tal, med ekstra fokus på specialtilfælde som kvadratsætningen. Den elementære algebras operationer indøves gennem uligheder og ligninger af 1. og 2. grad.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- regne med de fire regningsarter for de reelle tal, brøker og procent
- kende til regnearternes hierarki
- gøre rede for eksempler på andre talsystemer
- regne med potenser og rødder med rationale eksponenter
- løse ligninger af 1. og 2. grad
- udføre polynomiumsdivision
- løse 2 lineære ligninger med 2 ubekendte
- udnytte kendskab til kvadratsætningen til at faktorisere
- løse uligheder for 1. og 2. gradsligninger
- omsætte problemstillinger beskrevet i prosatekst til opstilling af en ligning

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Moduler om historisk matematik, algebra og kombinatorik indfører nye begreber og tankegange, der udvikles videre gennem ugentlige fagtimer. I modulerne præsenteres scenarier, der gennem elevernes selvstændige problemregningsarbejde, samt lærerstyret fællesopsamling, fører til introduktion af de nye begreber. Tryghed ved anvendelse og beregninger tilstræbes gennem løbende øvetimer, hjemmeopgaver samt afsluttende selvstændig skriftlig bearbejdning af de enkelte moduler, hvor metoder og anvendelse beskrives og tydeliggøres. Gruppearbejde anvendes ved særligt udfordrende problemløsningsopgaver samt ved bevisgennemgange og præsentationer.

Differentiering af undervisningen:

Arbejdet med andre talsystemer, 2 ligninger med 2 ubekendte samt polynomiumsdivision bliver kun et indblik for de elever, der har brug for øve- og hjemmeopgaver til arbejdet med grundlæggende aritmetik og ligningsløsning.

Mængdelære

En kort introduktion til mængdelæren muliggør et fælles begrebsapparat og symbolanvendelse i matematikken med afsæt i mængdebegrebet, tallegemer, forenings- og fællesmængder og intervaller.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- anvende mængdebegrebet og tilhørende notation
- redegøre for begreberne fælles- og foreningsmængde ved hjælp af Venn-diagrammer
- redegøre for tallegemerne \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q} og \mathbb{R} samt deres indbyrdes forhold
- angive intervaller ved interval notation eller via uligheder

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Begreberne introduceres gradvist når de viser sig relevante ved gennemgang af andre emner. Elevernes tilegnelse af begreber og symboler fra mængdelæren vedligeholdes og skærpes ved lærerens evaluering af det løbende skriftlige arbejde samt de afsluttende skriftlige gennemgange af emnemoduler

Differentiering af undervisningen:

For nogle elever er fokus for mængdelæren udelukkende korrekt angivelse af intervaller og resultater, andre elever vil opnå kendskab til mængdelære koblet med Boolsk algebra og relationer.

Funktionslære

Funktionsbegrebet indarbejdes som afbildning mellem en definitions- og en værdimængde, hvor mængdernes elementer knyttes sammen ved algoritmer, formler eller grafer.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- arbejde med funktioner ud fra formler, algoritmer og grafer
- forstå og anvende begrebet invers funktion
- konstruere en sammensat funktion ud fra to givne funktioner
- angive definitionsområdet for en given funktion

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Eleverne møder for alvor funktionsbegrebet gennem et modul om funktioner og indledende analytisk geometri. Ved introduktionen af emnet arbejder eleverne omhyggeligt med egne formler, algoritmer, aflæsninger og CAS-værktøjer som en ressource til arbejdet med funktioner. Arbejdet med efterfølgende emner repeterer og udvider funktionsbegrebet gennem såvel moduler som ugentlige fagtimer. Modulet afsluttes med en skriftlig gennemgang af emnerne med eksempler på anvendelse.

Differentiering af undervisningen:

Udgangspunktet for arbejdet med funktioner er forståelsen af sammenhængen mellem to ting, angivet ved formler eller kurver. Nogle elever har brug for øvelser, der styrker denne forståelse, før det giver mening at fremhæve andre forhold for funktioner.

Trigonometri og landmåling

Ud fra generelle egenskaber ved cirkler og trekanter indøves beherskelsen af de trigonometriske grundforhold, med fokus på beregning af sidelængder og vinkler i en vilkårlig trekant. De tilegnede kompetencer anvendes ved et intensivt praktisk forløb i landmåling, hvor et mindre område opdeles i et trekantsnet og kortlægges ved højde-, længde- og vinkelmålinger.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- regne med forholdstal mellem lignedannede trekanter
- beregne vinkler i polygoner
- beregne sidelængder i en retvinklet trekant ud fra Pythagoras' læresætning
- redegøre for enhedscirklen samt grader, nygrader og radianer
- redegøre for definitionerne af sinus, cosinus og tangens samt deres overgangsformler
- anvende sinus- og cosinusrelationen til at beregne sider og vinkler i en vilkårlig trekant
- foretage vinkelmålinger i horisontalt og vertikalt plan med en teodolit
- foretage nivelleringsmålinger langs en linie
- udlægge et hensigtsmæssigt trianguleringsnet i et måleområde
- planlægge og udføre et landmålingskort med detailmålinger og højdekurver
- kende til anvendelse af CAS-værktøjer til trekantsberegninger

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Et modul i trigonometri giver eleverne nye oplevelser og begreber for arbejdet med cirklen og trekanter. Der arbejdes intensivt med geometriske konstruktioner og problemløsning ud fra det mål, at eleverne selvstændigt skal kunne udføre landmåling med efterfølgende beregninger og konstruktion af landkort med højdekurver ud fra et trianguleringsnetværk. Landmålingen foregår med optisk nivelleringsudstyr og teodolit. Selve modulet i trigonometri afsluttes med en selvstændig skriftlig præsentation af emnet med eksempler på anvendelse.

Differentiering af undervisningen:

Langt de fleste angivne kompetencer bringes i spil gennem nødvendighed i landmålingsforløbet, der erfaringsmæssigt medfører, at eleverne bliver meget trygge ved såvel beregninger som problemløsning. Hvis arbejdet med bevisførelse for sinus- og cosinusrelationerne er særligt vanskeligt, så er elevens fokus for øvelserne tryghed ved beregningskompetence for sider og vinkler i vilkårlige trekanter. Alle udfører konstruktionsdelen af landmålingskortet med mulighed for udfærdigelse af en tredimensionel model.

Udviklingsrækker og logaritme- og eksponentialregning

Her tilegnes de centrale forståelser og regneregler for eksponential- og logaritmeregning gennem f.eks. populationsvækst, rente- og annuitetsregning, pH begrebet for vandige koncentrationer og radioaktivt henfald. Talrækker undersøges bl.a. ved differens- og kvotientrækker.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- anvende at logaritme- og eksponentialfunktioner er inverse til at løse ligninger
- opstille eksponentialligningsmodeller ud fra vækst og henfald

- foretage beregninger for samtlige variable ved annuitets- og rentesregning
- forstå og anvende logaritmeskalaer
- anvende regneark til modellering af vækst

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Et modul om matematisk modellering af vækst præsenterer scenarier, der gennem elevernes selvstændige problemregningsarbejde, samt lærerstyret fællesopsamling, fører til introduktion af de nye begreber og metoder. Der arbejdes indgående med alle scenarier, vækstformlen kan afklare gennem øvelses- og hjemmeopgaver, og gennem dette motiveres regnefærdighederne for logaritmer. Gruppearbejde anvendes ved særligt udfordrende problemløsningsopgaver samt ved bevisgennemgange og præsentationer. Modulet afsluttes med en selvstændig skriftlig gennemgang af emneområdet med eksempler på anvendelse.

Differentiering af undervisningen:

Det indledende fokus for den enkelte elev er på regne- og forståelseskompetence for såvel rentes- som annuitetsregning samt forståelse af logaritmeskala.

Grundlæggende analytisk geometri

Her arbejdes med grafer for funktioner i det kartesiske koordinatsystem. Forståelsen af grundlæggende transformationer og forskydninger indføres gennem arbejdet med grafer for polynomier, logaritme-, eksponential- og trigonometriske funktioner.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- redegøre for sammenhængen mellem funktion og graf i et kartesisk koordinatsystem
- redegøre for betydningen af koefficienterne i linjens ligning
- arbejde med formler, skæringspunkter, parallellitet, ortogonalitet og afstande for linjer
- bestemme afstand mellem punkter
- betragte cirkler, ellipser, parabler, hyperbler og linier som keglesnit og kende deres formler
- danne et hurtigt overblik over en grafs forløb ud fra skæringer med akserne
- generere grafer ved manuel beregning og skitsering samt ved CAS-værktøjer

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Modulet i analytisk geometri tager afsæt i eks- og implicite formler for linien, parablen, cirklen, ellipsen og hyperblen. Gennem talrige øvelser i konstruktioner i koordinatsystemet af disse kurver opnår eleverne et tilstrækkeligt kendskab til at genkende dem ved funktionsangivelser og kunne udføre og genkende dem i forskydning, ændret størrelse og proportioner. Gruppearbejde anvendes ved særligt udfordrende problemløsningsopgaver samt ved bevisgennemgange og præsentationer. Modulet afsluttes med en selvstændig skriftlig gennemgang af emneområdet med eksempler på anvendelse. Der arbejdes udpræget med CAS-værktøjer gennem forløbet.

Differentiering af undervisningen:

Arbejdet med kurver starter ved linjen, og når eleven er tryk ved dette, udvides med parablen og cirklen og derefter ellipsen og hyperblen. Der er fokus på øvelser, der giver forståelse af skæringer med akser og andre kurver før et arbejde med transformationer.

Infinesimalregning og videregående analytisk geometri

Ud fra arbejde med emnet vækst og hældning udledes grænseværdibegrebet og

differentialkvotienten. Der arbejdes med differentiation for potens-, eksponential-, logaritme- og trigonometriske funktioner samt kombinationer af disse. Ud fra differentiation indføres udledning af tangenter og optimering af funktioner. Stamfunktionsbegrebet bliver indarbejdet som invers operation til differentiering såvel som udtryk for et areal mellem førsteaksen og funktionens graf.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- redegøre for grænseværdibegrebet, asymptoter og monotoniforhold
- udføre differentiation af simple og sammensatte funktioner
- bestemme hældningen og krumningen i et punkt
- finde lokale ekstrema
- anvende differentiering til at bestemme tangentligninger
- redegøre for integration i forhold til differentiation
- finde det ubestemte integral til polynomiums-, logaritme-, eksponential- og trigonometriske funktioner
- kende til det bestemte integral og beregne arealet under grafen for en funktion
- redegøre for sammenhæng mellem sted, hastighed og acceleration ud fra infinitesimalregning

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Moduler med afsæt i analytisk geometri bringer eleverne frem til arbejdet med differential- og integralregning. Der indledes med lærergennemgang af hældning, grænseværdibegrebet og differentialkvotienten for x^2 . Herefter veksles mellem opbygning af regnekompetence og baggrundsforståelse for differentiering. Den mangfoldige anvendelse af differentialregning inddrages tidligt i forløbet ved klassiske optimeringsopgaver og problemløsning hentet eksempelvis fra fysik- og økonomiundervisningen. Integration introduceres ved at gætte på stamfunktioner og udlede almene forhold om ubestemte integraler for simple funktioner. Differential og integralregning bruges ved funktionsanalyse til bestemmelse af hældning, krumning, lokale ekstrema, vendetangenter og arealer. Hvert trin i forløbet understøttes af øvelser, selvstændigt skriftligt arbejde og oplevelser af anvendelsesmuligheder. Gruppearbejde anvendes ved særligt udfordrende problemløsningsopgaver samt ved bevisgennemgange og præsentationer. Modulet afsluttes med en selvstændig skriftlig gennemgang af emneområdet med eksempler på anvendelse.

Differentiering af undervisningen:

Det første mål for undervisningen er den enkelte elevs forståelse af sammenhængen mellem differentiation og hældning samt træning i at anvende dette til optimering for simple funktioner. Efter dette rettes fokus mod mere vanskelige sammensatte funktioner, en større indsigt i fundamentet for differentiation samt anvendelse af integration til arealbestemmelse.

Sandsynlighedsregning og statistik

Gennem konkrete undersøgelser indføres i standarder for den deskriptive statistik samt grundlæggende regler for sandsynlighed. Forståelsen for emnerne uddybes ved undersøgende projektarbejder samt analyser af mediers brug og fremstilling af statistisk data.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- planlægge og udføre systematisk indsamling af data

- fremhæve data ved grafiske repræsentationer
- forholde sig kritisk til det statistiske grundlag ved mediers præsentation af resultater
- udføre simple kombinatorikberegninger ved brug af fakultet
- anvende binomialformlen til løsning af relevante problemstillinger
- orientere sig i problemstillinger repræsenteret ved en normalfordeling
- beskrive indsamlet data ved middelværdi, median, typetal, kvartil og varians
- beregne χ^2 -teststørrelse samt forholde sig til nul-hypotese og signifikansniveau
- forholde sig til balancen mellem type I og type II fejl
- anvende CAS-værktøjer til arbejde med større datasæt

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Selvstændigt og meningsfyldte empiriske undersøgelser danner udgangspunktet for et indledende arbejde med den grundlæggende deskriptive statistik og de efterfølgende overvejelser, der leder til forståelse for variansbegrebet. Elevernes eget arbejde sammenholdes med statistik præsenteret i medierne med fokus på bevidst og kritisk tolkning. Kendskab til normalfordelingen opnås ved tabelopslag og kendskab til standardafvigelser. Algoritmen og kriterierne for anvendelse af Chi-kvadrattest præsenteres og bruges som udgangspunkt for gruppearbejde med hypotesetest af egne hypoteser, med efterfølgende diskussion om størrelsen af signifikansniveau i forhold til balancen mellem type I og type II fejl. Grundforholdene ved regression gennemgås ved lærergennemgang med eksempler på skjulte variable. Modulet afsluttes med en større skriftlig aflevering med anvendt statistik på selvstændigt indsamlet data.

Differentiering af undervisningen:

Det første mål for den enkelte elev er en grundig forståelse af den deskriptive statistik og dens anvendelse i argumentationer. Herefter prioriteres en forståelse af hypotesetest og selvstændige regnekompetencer. Når dette er på plads, kan øvelsetiden bruges til normalfordelingsforhold samt vanskelige problemstillinger i kombinatorik.

Projektiv geometri

Gennem projektionstegning, perspektivtegning og aksionometri indarbejdes en fortrolighed med projektioner, der danner grundlag for et videre arbejde med mulighederne ved ikke-euklidiske geometrier samt projektiv geometri med Desargues sætning og dualitetsprincippet. Øvelser i rumlig visualisering understøtter de formelle kompetencer i den projektive geometri.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- redegøre for billedplanet i perspektivtegning
- konstruere simple perspektivtegninger ud fra et centralt forsvindingspunkt
- konstruere slagskygger for simple objekter, givet en lyskilde
- udføre tegninger i iso-, di- og trimetri
- genkende perspektivitet ved konstruktioner af Desargues sætning og anvende dualitetsprincippet på simple udsagn om punkter, linjer og planer

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Undervisningen foregår udelukkende som praktiske konstruktionsgeometriske forløb med lineal og tegneredskaber. De almene sammenhænge i den projektive geometri introduceres ved eksempler, lærergennemgang af tilhørende historisk matematik samt fælles overvejelser om

dualitetsprincippet, uendelighed samt inde/ude inversion af cirkler.

Differentiering af undervisningen:

Det første mål for den enkelte elev er en beherskelse af almen konstruktionsgeometri, anvendt til centralperspektiv. Herefter konstruktion af mere avancerede perspektivtegninger, med lyskilder og slagskygge. Alle elever kan følge øvelserne i projektiv geometri og differentieringen af den enkelte elevs indsats er hovedsageligt ved tilegnelsen af en begyndende forståelse for sammenhænge i den projektive geometri.

Vektorer

Vektorbegrebet finder særlig oplagt anvendelse i fysikundervisningen, men kan i stigende grad også kaste lys over aspekter af computerprogrammering.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- omsætte frit mellem vektorkoordinater og grafisk repræsentation af vektorer
- beregne længden af en vektor
- foretage vektoraddition og -subtraktion samt redegøre for den grafiske tolkning af dette

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Undervisningen tager udgangspunkt i scenarier fra den klassiske mekanik og udvides herfra til indblik i anvendelse i plan- og rumgeometri med henvisninger til vektorgeometri i computerprogrammering og evt. kompression og digital billedbehandling.

Differentiering af undervisningen:

Hovedindsatsen for den enkelte elev ligger i bestræbelsen på at tilegne sig en forståelse af vektoraddition, der understøtter fysikundervisningen. For elever der har mod på mere kan rumgeometri og parameterfunktioner åbne mere op for emnets anvendelser.

Modellering

Springet fra problemstillinger i den virkelige verden til matematisk symbolisme og manipulation trænes gennem anvendelse af matematik til beskrivelse og beregning af forhold i f.eks. fysik, astronomi, kemi, biologi og økonomi. Her lægges efterfølgende vægt på at kunne tolke modellens resultater tilbage til forhold i den virkelige verden.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- omsætte forhold fra virkelige situationer til matematiske sammenhænge
- tolke resultater fra matematiske modeller ud fra de virkelige forhold, der er udgangspunktet
- forholde sig bevidst til kvaliteten af modellen og de efterfølgende tolkninger
- anvende CAS-værktøjer til regressionsanalyse af et datasæt samt forholde sig til forklaringsgrad og skjulte variable

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Undervisningen i første fase af modellering foregår hovedsageligt ved uformel læring ved anvendelsesaspekterne af de gennemgåede hovedemner. Ved enkelte lejligheder fremhæves de enkelte faser, så specielt tolkning, vurdering af modellens anvendelsesmuligheder, svagheder og validitet kan bevidstgøres.

Differentiering af undervisningen:

For nogle elever er det et tilstrækkeligt fokus altid at huske at afmatematisere resultatet fra en beregning, så tolkningen i den virkelige verden fremstår tydeligt, og regression er et godt udgangspunkt for en sådan øvelse.

Problemløsning

Selvstændigt arbejde med anvendt matematik ansporer uformel læring af, hvilke faser man må igennem for at afklare en problemstilling ved hjælp af matematik. Disse faser italesættes og tydeliggøres med fokus på metoder til at komme godt i gang, selvom man ikke ved, hvor fremgangsmåden bærer hen, samt erfaring i at vende tilbage til tidligere faser, hvis fremgangsmåden ved nærmere overvejelse forekommer ufrugtbar.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- afsøge kendskab til en sammenhæng mellem de givne forhold og den afklaring der søges og lægge en plan om fremgangsmåde ud fra dette

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Tålmodig problemløsning, selvstændig såvel som i grupper, forekommer ofte og fremmer samtlige beskrevne emneområder, men der afses særlige lektioner med fokus på bevidstgørelse af selve problemløsningsprocessen og de faser, den ofte kan deles op i, f.eks. ved brug af faserne i Polyas metode.

Differentiering af undervisningen:

Der er mange, der med fordel støttes til oplevelser af ikke at give op, hvis den første fremgangsmåde ikke fører direkte til det svar, man søgte. Tilsvarende er det en hjælp for mange at få støtte i at afsøge deres kendskab til sammenhænge, der kæder det givne sammen med det søgte.

Hjælpe midler

Redskaber spiller en stor rolle for anvendelse og tilegnelse af matematiske kompetencer. IT-redskaber, som f.eks. CAS-værktøjer, åbner for effektivitet og talrige moderne anvendelser, hvis brugbarhed højnes gennem bevidste tekniske valg og kompetente tolkninger. Fysiske redskaber finder stadig anvendelse, specielt ved selve tilegnelsen af de matematiske kompetencer.

Undervisningen giver mulighed for at kunne:

- udvælge og arbejde med CAS-værktøjer, der er relevante ved en given situation
- anvende passer og lineal til konstruktionsgeometri, perspektivtegning og kartografi
- bruge teodolit og nivelleringsapparat til aflæsning og afsætning af vinkler og afstande

Tilrettelæggelse af undervisningen:

Kendskabet til CAS-værktøjernes muligheder og begrænsninger indarbejdes løbende ved øvelses- og hjemmeopgaver. Færdighed i brug af teodolit, nivelleringsapparat, passer og lineal trænes i høj grad ved det intensive praktiske forløb i landmåling samt det efterfølgende kartografiske arbejde.

Differentiering af undervisningen:

CAS-værktøjer åbner for særligt udfordrende problemstillinger i faget for elever, der har mod på

dette. Elever der har vanskeligt ved de operationelle processer ved manuel beregning finder støtte i at sammenholde deres resultater med CAS-værktøjerne. Samtlige elever opnår kendskab til de praktiske hjælpemidler.

Evaluering

Eleverne modtager løbende evaluering og tilrettevisning af deres skriftlige indsats i øvelsestimer og ved hjemmearbejdet, samt deres mundtlige indsats i timerne. Ved de større skriftlige afleveringer efter emnemodulerne evalueres specifikt deres arbejdsindsats, faglige udvikling, faglige forståelse og formidlingsevne af læreren. Afsluttende evalueres elevens opnåede fagkompetencer, arbejdsindsats, produktivitet og udvikling i en større skriftlig udtalelse, der tager afsæt i de tilstræbte kompetencemål.