



Foto: © Myimage/fotolia.com

Skriving i matematikk og naturfag

■ AV VIBEKE LORENTZEN OG TRUDE KRINGSTAD

Systematisk og aktivt arbeid med å utvikle barns skriveferdigheter er en sentral del av opplæringen i matematikk og naturfag. Elevene utvikler seg både gjennom å bruke skriving til å utvikle kunnskap i faget og gjennom å bruke skriving til å kommunisere kunnskapen sin til andre.

Opplæringen i matematikk og naturfag har i liten grad lagt vekt på å gjøre elevene bevisste på fagenes språklige egenart (Maagerø & Skjelbred, 2010). Det som tradisjonelt har hørt hjemme i matematikk- og naturfagundervisningen, og som har med språk å gjøre, er blant annet føring av oppgaver, å kunne avlese og tolke kurver og diagrammer, skrive forklaringer til geometriske konstruksjoner og skrive lab-rapporter. Den språkbaserte opplæringen i disse fagene gjøres imidlertid sjelden eksplisitt. Elevene bruker språket, men de opparbeider ikke en bevissthet om språklige særtrekk og spesifikke uttryksmåter ved de realfaglige tekstene. Mange av de matematiske og naturfaglige tekstene ligger langt fra elevenes hverdagspråk, og det er vår erfaring at skal elevene bli kompetente skrivere innenfor disse fagene, må den enkelte faglærer drive eksplisitt skriveundervisning på fagenes premisser.

I boka «Skrive for å lære» definerer forfatterne Olga Dysthe, Frøydis Hertzberg og Torlaug Løkensgard Hoel (2000) to typer skriving: *tenkeskriving* og *presentasjonsskriving*. Tenkeskrivingen er en mer uformell og utforskende form for skriving, mens presentasjonsskrivingen er en formell form for skriving der formålet er å kommunisere og presentere et gitt tema for en leser.

Utforskende skriving

Den utforskende skrivingen er en hjelp til å forstå det faglige stoffet, og mottakeren av teksten er først og fremst skriveren selv. Å uttrykke mening gjennom skrift er en krevende kognitiv prosess. Når elevene skriver, må de strukturere og holde orden i tankene sine. Gjennom skrivingen reformuleres kunnskapen, og slik er skrivingen med på å understøtte forståelsen og fastholde kunnskapen – kunnskapen utvikles mer enn den

reproduseres. Når tanken formuleres skriftlig, gjøres den tilgjengelig for refleksjon og vurdering. Det blir tydelig hva eleven vet og ikke vet, og det blir lettere for læreren å fange opp og identifisere elevens fagkunnskap og faglige utfordringer. Slik blir skrivingen et godt utgangspunkt for å gi undervisningsvurdering og for å gi konkret støtte og veiledning ut fra elevenes behov og ståsted.

Presentasjonsskriving

Presentasjonstekster skal kommunisere med en mottaker på en faglig relevant måte. Hvert enkelt fag har sine tekster som er relevante og gyldige innenfor fagets rammer. Elevene trenger å kjenne til fagenes tekstkulturer, og de må ha undervisning i språklige særtrekk og om hvordan tekster i de ulike fagene er bygget opp. Fagtekster i matematikk og naturfag kjennetegnes blant annet ved at de er multimodale. Tekstene gjør bruk av ulike ressurser for å skape mening, som verbaltekst, symbolspråk, tabeller, grafer, diagrammer, bilder, illustrasjoner og arbeidstegninger. Begge fagenes tekster er preget av høyt presisjonsnivå og gjør bruk av nyansert fagterminologi og presise definisjoner. For at elevene skal kunne tilegne seg denne kunnskapen, er det viktig at læreren selv kjenner til typiske trekk ved fagtekstene. Læreren må vise fram fagtekstene og diskutere struktur, oppbygning og språklige kjennetegn med elevene.

Skriving i matematikk

Skriving er et viktig verktøy for å lære matematikk, og matematiske problem kan ofte ikke løses uten støtte i ulike former for skriving. Tenkeskrivingen, der elevene utforsker ulike problem og prøver ut løsningsstrategier, er en viktig del av det å bruke skriving for å utvikle kunnskap i faget. Elevene må imidlertid også lære å skrive presentasjonstekster som kommuniserer fagstoffet på en faglig relevant måte. I *Læreplanverket for Kunnskapsløftet* er skriving i matematikkfaget beskrevet slik:

Å kunne skrive i matematikk inneber å beskrive og forklare ein tankegang og setje ord på oppdagingar og idear. Det inneber å bruke matematiske symbol og det formelle matematiske språket til å løyse problem og presentere løysingar. Vidare vil det seie å lage teikningar,

skisser, figurar, grafar, tabellar og diagram som er tilpassa mottakaren og situasjonen. Skriving i matematikk er ein reiskap for å utvikle eigne tankar og eiga læring. Utvikling i å skrive i matematikk går frå å bruke enkle uttrykksformer til gradvis å ta i bruk eit formelt symbolspråk og ein presis fagterminologi. Vidare går utviklinga frå å beskrive og systematisere enkle situasjonar med matematikkfagleg innhald til å byggje opp ein heilskapleg argumentasjon omkring komplekse samanhengar (LK06).

Vi vil her vise noen eksempler på hvordan man kan legge til rette for en undervisning der elevene bruker skriving som redskap for å utvikle kunnskap i faget, samtidig som de får eksplisitt opplæring i å skrive på matematikkfagets premisser.

Å beskrive og forklare en tankegang

Forklaring til geometrisk konstruksjon

Når elevene utfører en geometrisk konstruksjon, skal som regel konstruksjonen ledsages av en forklaring, og læreboka gir gjerne tips til hvordan denne forklaringen skal skrives. Elevene instrueres til å skrive punktvis, kortfattede forklaringer, og denne formen for presentasjonsskriving blir gjerne testet under eksamen. Vår erfaring er imidlertid at å la elevene arbeide med mer *detaljerte* forklaringer underveis i læringsprosessen, er viktig for at elevene skal opparbeide et presist og godt fagspråk.

Et eksempel på en slik oppgave er at elevene arbeider i par og skriver detaljerte forklaringer på hvordan de skal konstruere en 60 graders vinkel. Hver for seg skriver elevene en instruksjon på hvordan læringspartneren må gå fram for å løse oppgaven. Elevene bytter instruksjonsbeskrivelse og utfører konstruksjonen uten å stille spørsmål til partneren. Det er et poeng at elevene følger «oppskriften» nøyaktig slik at de får sjekket ut om instruksjonen er korrekt. Elevene blir etter hvert gode til å stille høye krav til presis språkbruk og riktig bruk av fagterminologi. Aktiviteten blir gjerne konkurransepreget, der det er om å gjøre å skrive den mest konkrete forklaringen slik at læringspartneren skal kunne utføre konstruksjonen uten feil.

Gradvis ta i bruk mer presise fagbegrep

For at elevene skal oppøve presis språkbruk, kan denne konstruksjonsoppgaven spisses ved at læreren stiller krav til *hvilke* begreper elevene skal bruke. For eksempel kan en i en konstruksjonsoppgave kreve at begrepene *skjæringspunkt*, *topp-punkt*, *linje* og *slå en bue* skal være med i instruksjonen.

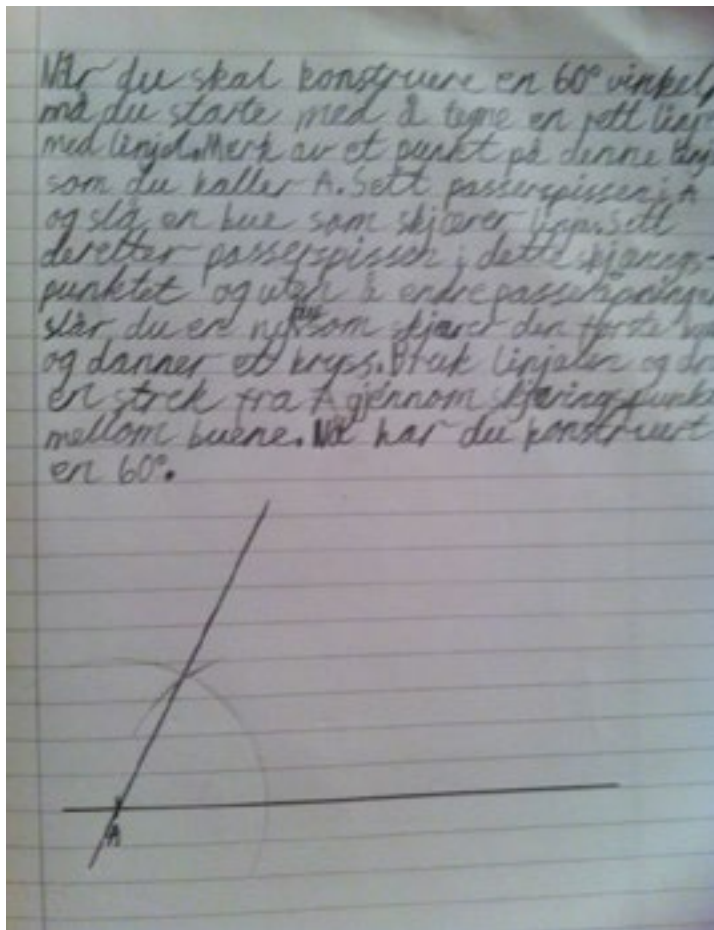
Eksempel på andre oppgaver der elevene skriver instruksjoner til hverandre:

- Skrive en forklaring på hvordan du går fram for å konstruere en trekant ABC, hvor vinkel $A = 30$ grader, $AB = AC = 10$ cm.
- Skrive forklaring på likningsløsningsoppgaver

Forklare gjennom samskriving

Ofte er det enklere å forklare et matematisk fenomen muntlig enn skriftlig. Det muntlige språket faller mer naturlig fordi det er rom for å støtte forklaringen med å peke, gestikulere og hoppe fram og tilbake i argumentasjonsrekken. Når matematiske fenomen skal forklares skriftlig, kreves det større etterprøvnbarhet i argumentasjonsføringen, og det stilles store krav til struktur og presise formuleringer. I motsetning til i muntlig samhandling, der vi hele tiden kan se etter bekreftelser hos samtalepartneren, har vi ikke samme mulighet til å sjekke ut om leseren faktisk forstår det vi formidler i skrift.

En god metode for å trene på å «skrive matematikk» er å la elevene jobbe i par der de forklarer et matematisk fenomen for hverandre og deretter samskriver denne forklaringen. Elevene diskuterer de ulike problemstillingene og løsningsforslagene, samtidig som de hjelper hverandre med å formulere dette i et presist matematisk språk. Slike skriveoppgaver kan oppleves som svært utfordrende for elevene, men gjennom å forklare egen tankegang for en medelev, og sammen formulere dette skriftlig, vil samskriving være en støtte for å utvikle kompetanse i faget. Elevene forhandler seg fram til hvilke formuleringer som vil fungere, de får brynt kunnskapen sin på hverandre, og gjennom pararbeidet får de umiddelbar tilbakemelding og bekreftelse på om fagstoffet er forstått. Etter at parene har forhandlet fram en skriftlig forklaring, kan de bytte med et annet par, og slik får



Eleveksempel fra 8. trinn. Den ene eleven instruerer skriftlig hvordan konstruere en 60 graders vinkel. Nederst på arket ser man hvordan den andre eleven har lyktes gjennom å følge «oppskriften» nøyaktig. Det er ikke lov å stille til spørsmål til medeleven underveis.

skriveoppgaven reelle mottakere. I samskrivingen støtter elevene hverandre i læringsarbeidet, og studier har vist at denne metoden er svært effektiv for å forbedre kvaliteten på elevenes skrijving (Graham & Perin, 2007).

Eksempel på oppgaver til samskriving:

- Forklar forskjellen på en rettvinklet, likesidet og en likebeint trekant.
- Forklar en graf fra en avis.
- Forklar begrepet parallelle linjer.
- Forklar hvorfor $1/5$ er større enn $1/10$.
- Forklar hvilke egenskaper et kvadrat har.



QR-kode som tar deg til en ressurs om samskriving på skrivesenteret.no

Håndskrift er et effektivt og godt verktøy i matematikkfaget, men læreplanen stiller også krav til at elevene skal kunne beherske bruken av digital programvare (for eksempel GeoGebra, Cabri). I tillegg til fagspesifikk programvare er det mye å hente i å ta bruk digitale verktøy som elevene til daglig omgir seg med. Bruk av digitale verktøy i skriveopplæringen kan virke motiverende på elevene og bidra til en mer praktisk og variert undervisning, noe som i sin tur motiverer for læring.

Videoen «Volum av sylinder – elever lærer elever» viser hvordan en elev argumenterer for løsningen av en tekstopp-gave i matematikk med bruk av matematisk symbolspråk, verbaltekst og støttetegning. Elevene samarbeider (parvis) om å lage instruksjonsvideoer om ulike temaer. Filmene lages med enkle kameraer eller mobiltelefon, og de gjøres tilgjengelig for medelever på nett og blir brukt som forberedelse til undervisning, repetisjon eller som leksehjelp. Lærer og medelever er reelle mottakere for disse videoene. Dette gjør oppgaven meningsfull og relevant, noe som gjerne motiverer til ekstra innsats (Solheim, 2011).

Arbeidet med småvideoene er et godt utgangspunkt for vurdering av egne og andres arbeid. For å kunne forklare en tankegang for andre, er det nødvendig å gjøre stoffet «til sitt eget», og elevene erfarer ganske raskt hva de kan og ikke kan. Det å vurdere eget arbeid blir slik en integrert og naturlig del av arbeidet. Samtidig er småvideoene et vindu inn i elevenes faktiske forståelse og gir læreren et godt grunnlag for å gi god og læringsfremmende underveisvurdering. Med andre ord; arbeidet med disse videoene gir læreren verdifull informasjon og støtte til å drive tilpasset opplæring i faget. Samtidig har elevene god støtte i hverandre gjennom hele arbeidsprosessen, fra planlegging og forberedelse av skriving til ferdig produkt.

Avkoding av oppgaver

I en del oppgavetyper, de såkalte tekstopp-gavene, blir problemet som skal løses, nærmest utelukkende presentert gjennom verbaltekst, eventuelt støttet av en illustrasjon. Enhver matematikklærer vet at det ofte er en bøyg for elever å avkode disse tekstopp-gavene. Opp-gavene kan oppleves som ugjenomtrengelige og vanskelige å omsette til



QR-kode til filmen «Volum av sylinder – elever lærer elever» på skriventeret.no

relevant fagspråk. I videoen «Volum av sylinder – elever lærer elever» ser vi hvordan eleven kobler hverdagsuttrykket «glassrør» til fagbegrepet «sylinder». Denne begrepsavklaringen er helt nødvendig for å kunne løse opp-gaven og gjøre bruk av formelen for volum av sylinder. Samtidig understøtter eleven begrepsavklaringen med en tegning for å uttrykke at algoritmen han benytter i volumberegningen, gjelder generelt for alle sylindre, og ikke bare i denne konkrete opp-gaven.

Skriving i naturfag

Skriving er et viktig redskap for læring i naturfag. Gjennom skriving utvikler elevene kompetanse i faget samtidig som skriving er en nødvendig forutsetning for å synliggjøre kunnskap på en faglig relevant måte. Dette gjenspeiles i teksten som beskriver skriving i naturfag:

Å kunne skrive i naturfag er å bruke naturfaglige tekstsjangere til å formulere spørsmål og hypoteser, skrive planer og forklaringer, sammenligne og reflektere over informasjon og bruke kilder hensiktsmessig. Det innebærer også å beskrive observasjoner og erfaringer, sammenstille informasjon, argumentere for synspunkter og rapportere fra feltarbeid, eksperimenter og teknologiske utviklingsprosesser. Skriveprosessen fra planlegging til bearbeiding og presentasjon av tekster innebærer bruk av naturfaglige begreper, figurer og symboler tilpasset formål og mottaker. Utviklingen av skriveferdigheter i naturfag går fra å bruke enkle uttrykksformer til gradvis å ta i bruk mer presise naturfaglige begreper, symboler,

grafikk og argumentasjon. Dette innebærer å kunne skrive stadig mer komplekse tekster som bygger på kritisk og variert kildebruk tilpasset formål og mottaker (LK06).

Vi vil her vise noen eksempler på hvordan man kan legge til rette for en undervisning der elevene får bruke skriving som redskap for å utvikle kunnskap i faget, samtidig som de får eksplisitt opplæring i å ta i bruk en naturfaglig skrivemåte.

Bruke elevtekst som modelltekst for å synliggjøre naturfaglig skrivemåte.

Gjennom synlig og eksplisitt undervisning i fagenes språk og sjangrer, forbedres elevenes muligheter for utvikling og læring. Ved at læreren veileder elevene gjennom hele skriveprosessen, fra førskrivefasen til slutføringen av teksten, får elevene hjelp til å forstå hvordan tekstene er bygget opp og hvordan de selv kan konstruere disse tekstene.

Å bygge stillaser for elevenes skriving kan blant annet bestå i å gi elevene tekstlige forbilder. Gode elevtekster egner seg spesielt godt å bruke som eksempeltekster. Videoen «Elevens naturfagrapport som eksempeltekst»¹ viser hvordan den gode elevteksten er utgangspunkt for å synliggjøre en naturfaglig skrivemåte for elevene.

Hvis elevene skal bli gode til å skrive laboratorierapporter, må de ha eksplisitt undervisning i denne sjangeren.

Typiske trekk ved den naturfaglige skrivemåten som løftes fram i videoen:

- Nominaliseringer – en viktig ressurs for utvikling av fagterminologi.
- Ulike meningsbærende ressurser som verbalspråk, figurer og fotografier – tekster i naturfag er ofte rike multimodale tekster.
- Teori og praksiserfaringer understøtter begrunnelser og danner grunnlag for å trekke eventuelle konklusjoner der det er relevant.
- Passiv stemme – bruk av passivkonstruksjoner.

Læringslogg

For å utvikle kunnskap i naturfag trenger elevene å utforske og tilegne seg naturfaglige begreper.



QR-kode som tar deg til videoen «Elevens naturfagrapport som eksempeltekst» på skrivesenteret.no

Tenkeskriving kan være en god metode for å sikre forståelse for begrepene i en læringsprosess. Læringslogg er en form for tenkeskriving der elevene utforsker kunnskapen sin gjennom å arbeide med begreper, formulere dem med egne ord og sette begrepene inn i en sammenheng. Ved å loggføre egne observasjoner, spørsmål og den faglige tenkingen omkring et emne, brukes skriving som et verktøy for å befestе kunnskapen. Slike tenkeskrivingstekster kan i sin tur være en igangsetter og et utgangspunkt for presentasjonskriving.

Det muntlige klasserommet

Mange elever kvier seg for å ta ordet i klasserommet. Ved å legge til rette for tenkeskriving omkring emner som skal diskuteres i plenum, kan også de stille elevene få en mulighet til å komme fram med sine tanker og standpunkt. Når elever gis mulighet til å skrive ned tankene sine, kan de lettere ta ordet. Denne arbeidsmetoden egner seg til arbeid med ulike tema, men vi vil her særlig løfte fram arbeidet med hverdagsforestillinger ved bruk av grubletegninger.

Hverdagsforestillinger er naturfaglige problemstillinger fra dagliglivet som mange har feiloppfatninger om. Grubletegningene består av personer som diskuterer en problemstilling og der den enkeltes synspunkter kommer til uttrykk som korte tekster i snakkebobler. Før hverdagsforestillingene diskuteres i plenum, kan det være lurt å la elevene individuelt skrive ned hvilke tanker de gjør seg om problemstillingene. Tenkeskrivingen blir slik en god metode for å gi alle mulighet til å gjøre seg opp sin egen mening før grubletegningene drøftes i plenum.



I dette eksempelet diskuterer deltakerne hva som skjer med vann-nivået i glasset når isbiten smelter.²

Læreplanen kobler skriveferdighet til utvikling av kompetanse i de enkelte fagene. For matematikk og naturfag handler skrivingen om problemløsning, kommunikasjon, beskrivelser og forklaringer av tankegang, og relevant symbol- og begrepsbruk. Bruk av arbeidstegninger, tabeller, grafer og figurer er en selvsagt del av det å formulere seg på realfagenes premisser. Skrivning i matematikk og naturfag er med andre ord en *prosess* der skrivingen utgjør noe mer enn selve sluttproduktet. I denne artikkelen har vi forsøkt å vise hvordan læreren kan gå fram for å gi elevene eksplisitt skriveopplæring underveis i denne prosessen. Med utgangspunkt i realfagene tekster, og bruk av tekstlige forbilder og eksempler, bygges stillaser for elevenes skrivning. Samtalen om tekst og skrivning er slik med på å utvikle elevenes metaspråk – et språk om språket.

NOTER

- 1 <<http://www.skrivesenteret.no/ressurser/elevens-naturfagrapport-som-eksempeltekst/>>
- 2 Grubletegninger: <<http://www.naturfag.no/side/vis.html?tid=1233983>>

LITTERATUR

DYSTHE, O., HERTZBERG, F. & HOEL, T.L. (2000). *Å skrive for å lære. Skrivning i høyere utdanning*. Oslo: Abstrakt forlag.

GRAHAM, S. & PERIN, D. (2007). *Writing Next. Effective strategies to improve writing of adolescents in middle and high schools*. New York: Carnegie Corporation of New York.

MAAGERØ, E. & SKJELBRED, D. (2010). *De mangfoldige realfagstekstene. Om lesing og skrivning i matematikk og naturfag*. Bergen: Fagbokforlaget.

SOLHEIM, R. (2011). Kvi for skriv vi? Og kva brukar vi skrivinga til? I: J. Smidt, R. Solheim og A. J. Aasen (red.), *På sporet av god skriveopplæring – ei bok for lærere i alle fag* (s. 43–52). Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

UTDANNINGSDIREKTORATET (2006). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet (LK06)*

NATURFAGSENTERET. Grubletegninger lastet ned 8. april 2014 fra: <<http://www.naturfag.no/side/vis.html?tid=1233983>>



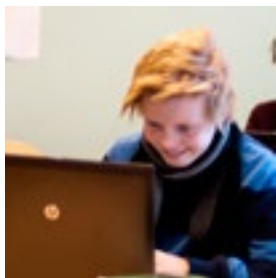
Vibeke Lorentzen er rådgiver ved Nasjonalt senter for skriveopplæring og skriveforskning. Hun har lang undervisnings erfaring som realfagslærer på ungdomsskolen. Hun har holdt en rekke kurs om skrivning og skriveopplæring, og hun arbeider primært med Skrivesenterets oppdrag i forbindelse med den nasjonale satsingen på ungdomstrinnet i Norge.



Trude Kringstad, (cand. philol.) er rådgiver ved Nasjonalt senter for skriveopplæring og skriveforskning. Hun har lang undervisnings erfaring fra ungdomsskolen. Hun har holdt en rekke kurs om skrivning og skriveopplæring. Trude Kringstad leder Skrivesenterets arbeid i den nasjonale satsingen på ungdomstrinnet i Norge.

Har du også lest?

På skrivesenteret.no finner du flere relevante ressurser.



Gode skrivestrategier

Filmen viser et helhetlig undervisningsopplegg som gir lærere kunnskap og ideer til hvordan de kan arbeide for å utvikle elevenes skrivestrategier i de ulike fasene av skriveprosessen.

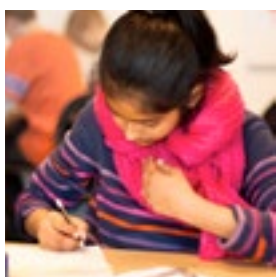
www.skrivesenteret.no/ressurser/skrivestrategier-pa-ungdomstrinnet/



Skriving i praktiske og estetiske fag

Er skriving viktig i fag som musikk, kunst og håndverk, kroppsøving og mat og helse? Skal elevene bruke skriving i disse fagene, og hvorfor skal de i så fall det?

www.skrivesenteret.no/ressurser/skriving-i-praktiske-og-estetiske-fag/



Rammer for skriving

Å gi rammer for skriving handler om å gi elevene modeller for tekstene de selv skal skrive gjennom å bruke eksempeltekster, modellere skriveprosessen og å ta i bruk skriverammer.

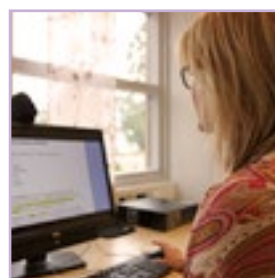
www.skrivesenteret.no/ressurser/rammer-for-skriving-1/



Videorespons

Mange lærere bruker mye tid på vurderingsarbeidet sitt. Videorespons er et verktøy som kan være med på å forenkle dette tidkrevende arbeidet.

www.skrivesenteret.no/ressurser/videorespons/



Linjerespons

Linjerespons er en effektiv og god metode for å gi respons på elevtekster i plenum.

www.skrivesenteret.no/ressurser/linjerespons/



Andre ressurser

Bokmålsversjon



Nynorsksversjon



Et ressurshfte om Argumenterende skiving

Trude Kringstad og Vibeke Lorentzen (2014)

Et ressurshfte til lærere som ønsker å videreutvikle undervisningen i argumenterende skiving. Her følger vi et skriveopplegg der lærer bygger stillaser for elevenes skiving gjennom hele skriveprosessen.

Ressurshftet viser til kompetansemål i norsk for ungdomstrinn og videregående skole, men arbeidsmåtene som presenteres er relevante også i andre fag og på lavere klassetrinn.



Plakater

Plakater og hefter bestiller du på www.skrivesenteret.no



Skrivesenteret

Nasjonalt senter for skriveopplæring og skriveforskning