Om å variere skriftlege naturfagoppgåver

C. B. Vik, *Institutt for lærarutdanning, NTNU, Noreg*

SAMANDRAG: Frå tid til annan treng lærarar å lage skriftlege oppgåver. Å lage slike er vanskeleg, og lite diskutert innan naturfaga. I denne teksten ser eg til matematikk- og skriveforskinga for inspirasjon til dimensjonar å variere skriftlege oppgåver langs. Eg viser fram døme på korleis dimensjonane *formål, handling, idealisert/kontekstuell, informasjonslast, grad av autentisitet og mottakar, interaksjonsnivå, representasjonsformer, taksonomisk vanskegrad, øving/problem*, *grad av openheit, sekvensiell/ikkje-sekvensiell* kan nyttast til å variere ei skriftleg oppgåve, gjennom å justere ei eksempeloppgåve i kvar av dimensjonane. Eg oppsummerer dimensjonane i eit sett designprinsipp til inspirasjon for oppgåvedesignarar i naturfag.

1 INNLEIING

Er lærebokoppgåver ein eigen sjanger, spør Bakken & Andersson-Bakken (2021), etter å ha gått gjennom over 5000 lærebokoppgåver (11. trinn) i norsk og naturfag og funne berre marginale endringar som følgje av ny læreplan. Ja, skriv Matre et al. (2021) om *skriveoppgåver*, sidan ein sjanger handlar om «konvensjonar og spesifikke tekstnormer innanføre ein skriftkultur» (s. 313*)*.

Ei oppgåve kan sjåast på som noko ein ber ein lærande om å gjere, der aktiviteten er den lærande sin respons (Swan, 2014). Med skriftlege oppgåver meiner eg i denne teksten oppgåver gjevne i skriftleg form, inkludert lærebokoppgåver, klasseromsoppgåver og innleveringsoppgåver (lekse). Lærebokoppgåver er skriftlege oppgåver i lærebøker. Responsen frå den lærande på oppgåva treng ikkje vere skriftleg. Det samla oppgåvesettet bør ha balanse mellom oppgåvetypar; alle lærande bør verte eksponerte til eit mest mogleg komplett utval av oppgåver (Gracin, 2018).

Lærebokoppgåver er viktige fordi lærande lærer det oppgåver inviterer dei til å gjere (Bakken & Andersson-Bakken, 2021) og kan i mange tilfelle liggje nærmare det implementerte pensum enn kva læreplanen gjer (Gracin, 2018). Andersen (2020) peikar på studier som viser at lærarar i naturfag finn lærebøker viktige å støtte seg på. Lærebokoppgåver i naturfag har fått kritikk for å ikkje henge med i læreplanrevisjonane (Bakken & Andersson-Bakken, 2021), ha overvekt av lukka oppgåver (Andersson-Bakken et al., 2020) og for å ikkje aktivere kognisjonen til lærande eller leve opp til didaktiske standardar (Andersen, 2020). Studier av lærebokoppgåver i matematikk viser at lærebokoppgåver ikkje tilbyr eit breitt spektrum av oppgåvetyper (Gracin, 2018), med underskott på oppgåver som oppmodar til argumentasjon, tolking, refleksjon, og opne svar (ibid). Bakken & Andersson-Bakken (2021) teiknar eit liknande bilete på lærebokoppgåver i naturfag. I ei masteroppgåve vart lærebokoppgåvene innan kjemi i nyare lærebøker for mellomtrinnet (Solaris 5 og 6, Refleks 5 og 6) sorterte etter kva praksisar (Haug et al., 2021) dei inviterte lærande til å engasjere seg i (Sørensen, 2022). Overordna viste resultata at dei fleste praksisane kom til uttrykk i oppgåvene. Likevel skilde praksisen «formulere spørsmål» seg ut med *ingen* kjemioppgåver kring dette.

Eit ynskje om meir debatt kring spesifikt lærebokoppgåver, i forskingsartiklar så vel som ålmenta, vart fremja av Bakken & Andersson-Bakken (2021). Empirisk forsking på lærebokoppgåver i naturfag spesifikt for barnetrinnet er sjeldan å sjå (Andersen, 2020). Mangelen på og viktigheita av forsking på oppgåvedesign vart påpeika av Swan (2014) i 2014 for matematikk. I antologien «Task design in mathematics education» (Watson & Ohtani, 2015) er oppgåvedesign omtala for matematikkfaget.

Å lage gode (skrive-)oppgåver er utfordrande for både lærarar (Matre et al., 2021, kapittel 10) og forskarar (Ofte & Otnes, 2021). Oppgåvedesign som forskingsfelt har lågare utbreiing i naturfag enn til dømes i matematikk (søkjestrengen [«task design» AND «mathematics education»] gjev om lag tre gongar fleire treff i dei større forskingslitteraturdatabasane enn [«task design» AND «science education»]). Oppgåver i norskfaget skil seg frå naturfaget ved å vere meir opne (Bakken & Andersson-Bakken, 2021), matematikkoppgåver merkar seg ut ved først å fremst å vere veldig mange (Gracin, 2018). I denne teksten har eg difor teke inn perspektiv på oppgåvedesign frå skriveforskinga og matematikkdidaktikkforskinga.

Problemstillinga i teksten er som følgjer: Korleis variere skriftlege oppgåver i naturfag? Eksempeloppgåva som eg tek utgangspunkt i er henta frå grunnskulelæreboka i naturfag Refleks 6, s. 141: «Er det ein kjemisk reaksjon når du blandar sukker og vatn? Kvifor/kvifor ikkje?» (mi omsetjing til nynorsk). Eg valde oppgåva fordi ho er eit godt utgangspunkt for å vise fram dimensjonane eg vil presentere. Eg ser på skriftlege oppgåver i eit breitt perspektiv, der oppgåver kan tyde alle former for skriftlege oppgåver tildelte lærande. I det følgjande presenterer eg elleve ulike dimensjonar å variere eksempeloppgåva langs, illustrert i Fig. 1. Målet med teksten er at du som *oppgåvedesignar* skal verte inspirert når du ønskjer å variere dei skriftlege oppgåvene du lagar.

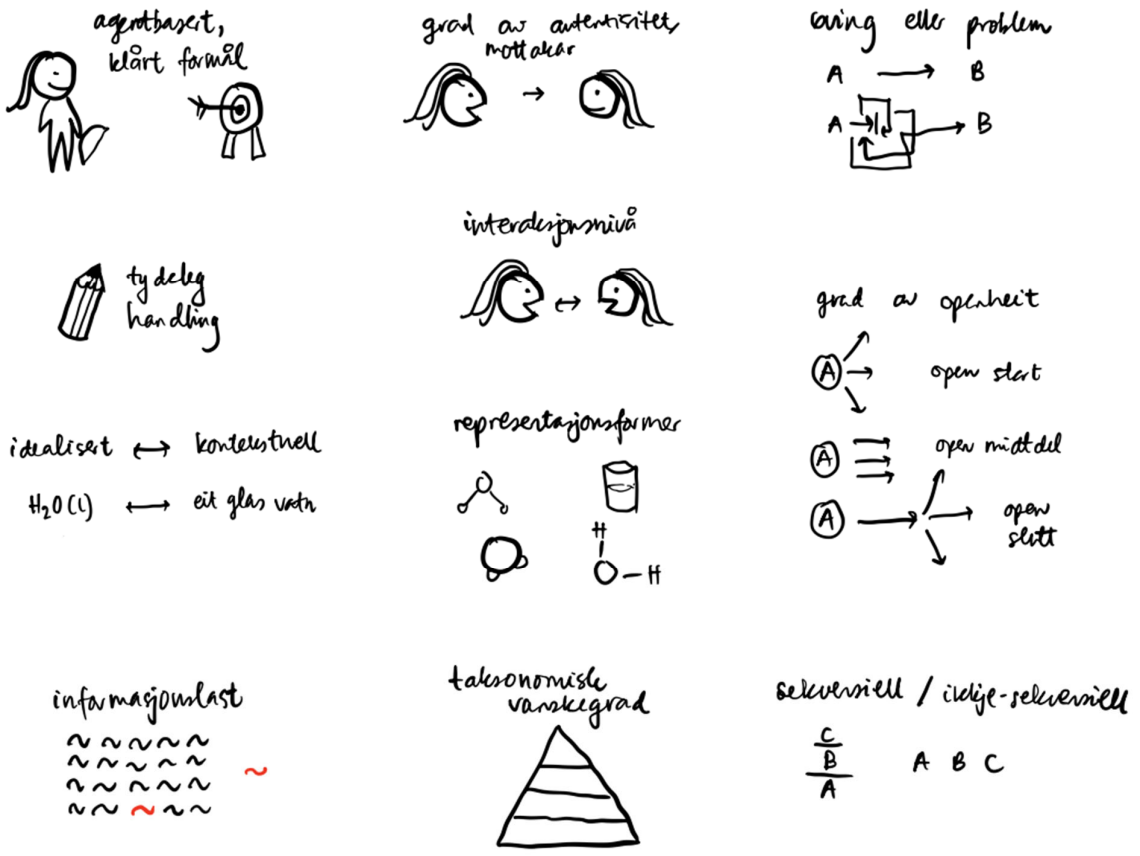


Fig. 1: Illustrasjon av dimensjonar å variere ei skriftleg oppgåve i naturfag langs.

2 ELLEVE DIMENSJONAR Å VARIERE EI OPPGÅVE LANGS

2.1 Formålet med oppgåva

Eg startar med å introdusere det Sirnoorkar et al. (2023) kallar ei *agent-basert tilnærming* til oppgåve. Ei agentbasert tilnærming inneber formulering av oppgåvene slik at vi ikkje ser på kva eigenskapar sjølve oppgåvene har, men kva invitasjonar dei strekkjer ut til den lærande; vi ser på *formålet frå den lærande sitt perspektiv*. Formål er ikkje det same som læreplanmål eller pedagogiske omsyn (Matre et al., 2021, kap. 6).

Merksemd om formålet finn vi også i det såkalla *skrivehjulet* (til dømes Berge et al., 2016; Matre et al., 2021), som omhandlar invitasjonar til skriving. Skrivehandlinga (meir om denne i neste del) har eit formål, sett frå skrivaren sin ståstad. Formåla kan vere å utvikle eiga tenking eller forståing, å organisere kunnskap om, å utvikle kunnskap om, å skape, å påverke eller å utveksle informasjon. Eksempeloppgåva over har eit formål frå læraren sin ståstad: Å få eleven til å ramse opp kjenneteikna på ein kjemisk reaksjon og deretter skrive fram argument for kvifor eller kvifor ikkje dette er ein kjemisk reaksjon, men det er ikkje tydeleggjort kvifor dette er føremålstenleg for den lærande. Ei omformulering til ei oppgåve med eit klårare formål sett frå den lærande sin ståstad er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Justering av eksempeloppgåva i retning av agentbasert tilnærming og eit klårt formål.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Agentbasert (Sirnoorkar et al., 2023), med eit klårt formål (Matre et al., 2021) for den lærande. Ei god oppgåve har ei agentbasert tilnærming; eit klårt formål for den lærande.	I naturfaget er det **viktig for deg** å skilje mellom konsepta fysisk forandring og kjemisk reaksjon gjennom å bruke kjenneteikna på ein kjemisk reaksjon. Bruk difor desse til å diskutere følgjande spørsmål: kvifor eller kvifor ikkje er det ein kjemisk reaksjon når du blandar sukker og vatn?

2.2 Handling

Den andre dimensjonen vi vil trekkje fram er som ovannemnd kva handling oppgåveformuleringa inviterer til. Skrivehjulet inneheld i tillegg til formål, ressursar og *handling*. Skriving er forstått som ei *handling* i ein situasjonskontekst, der den lærande skaper meining (Matre et al., 2021). Skrive*handlingane* er konkretiserte til handlingar der skrivaren reflekterer, skildrar, utforskar, førestiller, overtyder eller samhandlar. Viktigheita av tydelege verb for å spesifisere skrivehandlinga i design av skriveoppgåver spesifikt vert trekt fram av Ofte & Otnes (2021). I naturfaget kan det også vere nyttig å gje merksemd til kva handling oppgåvene inviterer elevane til. I eksempeloppgåva er handlinga noko uklår. Korleis skal den lærande løyse oppgåva – gjennom å prate? Skrive? Teikne? Vi kan rette innsatsen til den lærande gjennom å spesifisere handlinga vi ønskjer, som vist i Tabell 2.

Tabell 2: Eksempeloppgåva med tydeleggjort handling.

Dimensjon:	Døme på oppgåveformulering
Utydeleg / tydeleg handling i oppgåva (Matre et al., 2021; Ofte & Otnes, 2021), her spesifisert som ei skriveoppgåve. Vi kunne også ha nytta andre verb som tenkje, teikne, snakke, rekne, observere eller andre. Ei god oppgåve er klår og tydeleg på kva handling som er forventa av den lærande, gjerne i form av eit verb.	**Skriv opp** kjenneteikna på ein kjemisk reaksjon. Bruk desse til å **tenkje ut** og deretter **skrive ned** eit resonnement for korvidt og kvifor blanding av sukker og vatn er ein kjemisk reaksjon eller ikkje.

2.3 Idealisert eller kontekstuell

Sullivan et al. (2015) peikar på fem dilemma i oppgåvedesign i matematikkfaget: kontekst, språk, struktur, distribusjon av kognitiv last og interaksjonsnivå (s. 91-94), der vi i denne teksten vil omtale kontekst, språk og interaksjonsnivå. *Kontekst* er i kva grad oppgåva er formulert ut frå den matematiske verda, av Gracin (2018) kalla *idealisert* eller om ho er pakka inn i ein kvardagsleg kontekst, kalla *kontekstuell* (Gracin, 2018). Eksempeloppgåva har både idealiserte og kontekstuelle trekk. Oppgåva referer til kvardagsstoffa sukker og vatn, men nyttar eit kjemifagleg omgrep: kjemisk reaksjon. Konteksten oppgåva blir gjeven i, samt innramminga tilbudt av læraren, er òg særs viktig (Sirnoorkar et al., 2023). Konteksten heng og saman med val av *språk*, som omhandlar korvidt oppgåva er formulert i eit matematisk språk eller kvardagsspråk (Sullivan et al., 2015). Variasjon i kontekst og språk for eksempeloppgåva er gjevne i Tabell 3.

Tabell 3: Variasjon av eksempeloppgåva langs dimensjonen idealisert / kontekstuell.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Idealisert eller kontekstuell (Sullivan et al., 2015, Gracin, 2018) Du kan variere mellom idealiserte oppgåver, som er formulerte på disiplinspråk og i -kontekst (eksempelvis kjemiske formlar) eller kontekstuelle, som er formulerte i kvardagsspråk og i -kontekst.	Idealisert: Er det ein kjemisk reaksjon når du blandar H_2O (l) og $C_6H_{22}O_{11}$ (s)? Kvifor / kvifor ikkje? Kontekstuell: Tenk deg at du sit på kjøkkenet og heller ei teskjei sukker oppi ein kopp varmt vatn. Vert det danna eit nytt stoff eller ikkje og kvifor?

2.4 Informasjonslast

Ofte & Otnes (2021) skil mellom oppgåver som har låg, middels og høg *informasjonslast.* Oppgåver med høg informasjonslast krev at den lærande set seg inn i mykje informasjon før hen kan starte arbeidet med oppgåva, medan oppgåver med lite informasjonslast har lite informasjon den lærande må forhalde seg til i oppgåva. Eit liknande skilje Ofte & Otnes (2021) nemner er korvidt oppgåvetekstane er nakne, tekstinnramma eller tekstbaserte. Oppgåver som er nakne, har lite ekstra tekst. Oppgåver som er tekstinnramma har noko følgjetekst, medan tekstbaserte har oppgåva bygd inn i sjølve teksten. Idealisert kan ofte henge saman med låg informasjonslast, då ei disiplinspråkleg formulering gjerne er svært kompakt, som i Tabell 4, men må ikkje gjere det.

Tabell 4: Variasjon i informasjonslast og kontekst.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Liten, middels eller høg informasjonslast (Ofte & Otnes, 2021) Varier oppgåver slik at dei har ulik informasjonslast.	Idealisert og liten informasjonslast: Er H_2O (l) + $C_6H_{22}O_{11}$ (s) ein kjemisk reaksjon? Kvifor / kvifor ikkje? Kontekstuell og høg informasjonslast: Tenk deg at du sit på kjøkkenet og heller ei teskjei sukker oppi ein kopp vatn. Sukker har den kjemiske formelen $C_6H_{22}O_{11}$ (s). Vatn sin kjemiske formel er H_2O (l). Tenk attende til kjenneteikna du veit om for ein kjemisk reaksjon. Vert det danna eit nytt stoff? Gjeve det du fann ut i førre oppgåve: Kvifor eller kvifor ikkje?

2.5 Grad av autentisitet og mottakar

Broman et al. (2015) peikar på korleis autentiske, i tydinga kontekstbaserte og kvardagsrelaterte problem er meir opne og breie og såleis meir komplekse for studentar å løyse. Autentiske oppgåver set høgare taksonomiske krav til studentane – dei gjev høgare motivasjon, men meir kompleksitet. Om vi skulle ha laga ei *autentisk* oppgåve med ein *mottakar* kunne vi ha formulert oss som i Tabell 5. Ein annan dimensjon er *autentisitet*, som er nemnd av fleire. Skriveforskinga er oppteken av at oppgåva skal setje den lærande i ein situasjon der hen har ei autentisk grunn til å kommunisere, noko som då bed om ein *mottakar*. Dette er inga lett oppgåve – i ein norsk studie av skriveoppgåver fann skriveforskarar få heilt autentiske skrivesituasjonar (Matre et al., 2021, kapittel 10.4). Andersen (2020) knyter inn autentisitet til kvardagsrelevans (*life-world connection*).

Tabell 5: Variasjon av eksempeloppgåva i retning autentisk grunn til å kommunisere til ein mottakar.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Autentisk grunn til å kommunisere til ein **mottakar (**Matre et al., 2021) Ei god oppgåve gjev gjerne den lærande ei autentisk grunn til å kommunisere med ein gjeven mottakar.	Du sit på kjøkkenet med ein kopp vatn og ei teskjei sukker. Du slepp sukkeret nedi koppen, og storesyster di kjem og ser kva du driv med. Er det ein kjemisk reaksjon? Spør ho. Kva svarer du henne? Ho spør kvifor du veit at det er slik. Kva svarer du henne då?

2.6 Interaksjonsnivå

Interaksjonsnivå (Sullivan et al., 2015) er i kva grad oppgåva inviterer til interaksjon med andre; anten lærar eller medlærande eller andre. Eksempeloppgåva inviterer ikkje til særleg interaksjon. Om vi skulle skrive om oppgåva til interaksjon med medlærande, kunne ho sett ut som i Tabell 6.

Tabell 6: Variasjon av eksempeloppgåva i interaksjonsnivå.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Interaksjonsnivå (Sullivan et al., 2015) Du kan variere interaksjonsnivå i dei skriftlege oppgåvene.	Interaksjon med medlærande: Diskuter med ein læringspartnar korvidt det å blande sukker og vatn er ein kjemisk reaksjon. Diskuter også kvifor / kvifor ikkje. Interaksjon med læraren: Fortell læraren din korvidt det å blande sukker og vatn er ein kjemisk reaksjon. Fortell også kvifor / kvifor ikkje det er slik.

2.7 Representasjonsformer

Andersen (2020) sorterer oppgåver etter representasjonsform ved å skilje mellom korvidt oppgåva nyttar *ei* representasjonsform, fleire (som tekst og grafikk) eller transformerande (ved at oppgåva krev at eleven produserer noko i ei representasjonsform som ikkje er gjeven av oppgåveteksten, til dømes ei grafisk framstilling). Tilsvarande kan vi sjå føre oss at ei oppgåve kan variere korvidt ho inviterer til ei eller fleire representasjonsformer – eller til og med spesifiserer representasjonsforma. Ei mogleg justering av eksempeloppgåva er vist i Tabell 7. Det krev arbeid for lærande å kombinere representasjonsformer, så ein bør velje former som støttar kvarandre.

Tabell 7: Variasjon av eksempeloppgåva i ulike representasjonsformer.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Representasjonsformer (Andersen, 2020) Du kan variere talet på representasjonsformer i ei oppgåve.	Representasjonsformer i sjølve oppgåveformuleringa: Er det ein kjemisk reaksjon når du blandar sukker og vatn? Kvifor/kvifor ikkje?  Representasjonsformer avkrevd av den lærande: Er det ein kjemisk reaksjon når du blandar sukker og vatn? Kvifor/kvifor ikkje? *Lag ein illustrasjon som del av svaret ditt.*

2.8 Taksonomisk vanskegrad

Swan (2014) utvikla eit rammeverk for oppgåvedesign i matematikk med fire kategoriar. I den første av dei fire kategoriane, på lågast taksonomisk nivå finst oppgåver som øver omgrep, prosedyrar og notasjon. I kategori nummer to føresleg Swan oppgåver som bed born observere, klassifisere og definere; representere og omsetje mellom konsept og deira representasjonar; rettferdiggjere og bevise slutningar og identifisere og analysere strukturar i situasjonar. Den tredje kategorien går ut på å løyse ikkje-standard problem, å løyse reelle problem og å lage og tolke modellar som kan brukast i fleire kontekstar. Fjerde kategori er den taksonomisk mest avanserte og er ein kombinasjon av andre og tredje kategori. I denne går oppgåvene ut på å tolke eller utvide ei gjeven forklaring, samanlikne alternative forklaringar og å analysere/kritisere ein problemløysingsstrategi eller modell (Swan, 2014). Andersen (2020) graderer oppgåver etter kognitive krav med gradene «reproduksjon», «nær overføring», «fjern overføring» og «kreativ problemløysing». Denne er ikkje ulik det (Lykknes & Arnesen, 2008) nemner av nivå på samanhengande tekstar i naturfag: skildringar (gjerne ukritisk reproduksjon), utgreiing (setje saman og lage heilskap) og drøftingsoppgåver (der ein brukar fagkunnskapen til å vurdere ulike syn opp mot kvarandre).Om vi slår saman desse tre perspektiva til taksonomisk vanskegrad og brukar inndelinga til Swan (2014) får vi ein variasjon som vist i Tabell 8: Variasjon av eksempeloppgåva i taksonomisk vanskegrad.

Tabell 8: Variasjon av eksempeloppgåva i taksonomisk vanskegrad.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Taksonomisk vanskegrad (Andersen, 2020; Lykknes & Arnesen, 2008; Swan, 2014) Du bør variere taksonomisk vanskegrad i oppgåvesettet.	Lågast (omgrep, prosedyrar, notasjon, reproduksjon): Skriv ned kjenneteikna på ein kjemisk reaksjon. Låg (observere, klassifisere og definere; representere og omsetje mellom konsept og deira representasjonar; rettferdiggjere og bevise slutningar og identifisere og analysere strukturar i situasjonar – setje saman og lage heilskap, nær overføring): Fortell ein medlærande korleis du ville klassifisert blandinga av sukker og vatn som ei fysisk forandring og ikkje ein kjemisk reaksjon. Middels (løyse ikkje-standard problem, å løyse reelle problem og å lage og tolke modellar som kan brukast i fleire kontekstar, utgreiing, fjern overføring): Du lagar deg ein kopp te og har oppi sukker. Diskuter om blanding av sukker og vatn er ein kjemisk reaksjon eller ei fysisk forandring. Høg (å tolke eller utvide ei gjeven forklaring, samanlikne alternative forklaringar og å analysere/kritisere ein problemløysingsstrategi eller modell – kreativ problemløysing, drøfting): Du blandar vatn og sukker saman med to vener. Ven 1 seier at dette er ein kjemisk reaksjon. Ven 2 seier at dette er ei fysisk forandring. Bruk det du veit om kjenneteikn på kjemiske reaksjonar til å utvide påstandane frå venene dine med grunngjevingar.

2.9 Øving eller problem

Kognitivt krav heng saman med kompleksiteten i både oppgåva og løysingsmetoden. I denne samanhengen er det også interessant å trekkje fram arbeidet til Bodner (1987, 2003, 2015) med problemløysing i kjemi. Hans forskingsgruppe har studert korleis noviser og ekspertar grip an problem i kjemi, hovudsakleg på vidaregåande-nivå eller høgare. Eit poeng frå hans forsking er at om nokon har løyst eit problem før, og dimed kjenner framgongsmåten, er det ikkje lenger eit problem (*problem*), men ei øving (*exercise*). Øvingar kan løysast med kjende algoritmar, ein veit allereie korleis ein skal gripe problemet an, og kan bruke tenkjekrafta som ein sparer på å kjenne framgongsmåten til å reflektere kring måten ein arbeider på. Problem, derimot, krev ei anarkistisk – aldeles ikkje algoritmisk –

framgongsmåte med mange rundar av prøving og feiling (ibid). I løysinga av problem skil eksperten seg frå novisa ved å metatenkje, eller reflektere kring framgongsmåten undervegs. Novisa har nok med å finne framgongsmåtar og prøve ut desse. Eksempeloppgåva vil dimed vere eit problem om den lærande ikkje har kjennskap til framgongsmåten frå før, altså ikkje har erfaring med å bruke kjenneteikn på ein kjemisk reaksjon til å resonnere korvidt ein prosess er ein kjemisk reaksjon eller ikkje. Motsett, oppgåva er ei øving dersom den lærande *har* kjennskap til framgongsmåten frå før, sjå Tabell 9: Skilje mellom oppgåve og problem..

Tabell 9: Skilje mellom oppgåve og problem.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Øving eller problem (Bodner 1987, 2003, 2015) Ei oppgåve vil vere ei øving eller eit problem alt ettersom kva erfaring den lærande har med løysingsmetoden, her trengs balanse.	Øving: den lærande kjenner framgongsmåten frå før og kan bruke ei kjend algoritme. I eksempelet vil det seie å både kjenne kjenneteikna på kjemiske reaksjonar og at sukkermolekyla ikkje endrar seg i samansetjing, men løyser seg i vatn og kople dette til kjenneteikna. Problem: Den lærande kjenner ikkje framgongsmåten frå før. I eksempelet vil det seie å anten ikkje kjenne til kjenneteikna for ein kjemisk reaksjon eller detaljar kring korleis sukkermolekyl oppfører seg når dei kjem i vatn. Den lærande må nytte ei anarkistisk tilnærming.

2.10 Grad av openheit

Grad av openheit i oppgåva er også ein faktor å variere. Sullivan et al. (2015) kategoriserer oppgåver etter korvidt dei har ei open formulering (*open-started*), opnar for ulike tilnærmingar (*open-middled*, ibid) eller kan ha fleire løysingar (*open-ended*), sjå Tabell 10.

Tabell 10: Variasjon av eksempeloppgåva i grad av openheit.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Grad av openheit (Sullivan et al., 2015) Du kan variere grad av openheit – til dømes open byrjing (ulike startpunkt), open midtdel (ulike framgongsmåtar er moglege) og open slutt (ulike løysinga er moglege).	Open byrjing: Foreslå ein kjemisk reaksjon og ein fysisk forandring. Open midtdel: Klassifiser blandinga av sukker og vatn som anten kjemisk reaksjon eller fysisk forandring. Du kan anten svare i ord eller teikne ein figur med figurtekst. Open slutt: Vatn og sukker vart blanda. Tenk ut og skriv ned ei forteljing om denne prosessen der du nemner orda «kjemisk reaksjon» og «fysisk forandring».

2.11 Sekvensiell / ikkje-sekvensiell

Fine & Furtak (2020) åtvarar mot sekvensielle oppgåvekomponentar som byggjer på kvarandre. Dersom den lærande ikkje får til første del av ei sekvensiell oppgåve, får hen heller ikkje til siste del. Oppgåveformuleringa bør difor vere slik at delane kan svarast på kvar for seg og i vilkårleg rekkjefølgje. I eksempeloppgåva krev siste del at den lærande kjenner første del. I tillegg krev første del implisitt kjennskap til dei ulike kjenneteikna for kjemisk reaksjon. Om vi skulle gjort eksempeloppgåva ikkje-sekvensiell kunne det sett ut som i Tabell 11.

Tabell 11: Variasjon i eksempeloppgåva innan dimensjonen sekvensiell / ikkje-sekvensiell.

Dimensjon	Døme på oppgåveformulering
Sekvensiell / **Ikkje-sekvensiell** (Fine & Furtak, 2020) Ei god oppgåve er gjerne ikkje-sekvensiell, det vil seie at delane ikkje føreset at den lærande har greidd dei føregåande delane.	a) Les gjennom kjenneteikna på ein kjemisk reaksjon gjevne på side X. b) Bruk kjenneteikna på ein kjemisk reaksjon til å finne ut korvidt det er ein kjemisk reaksjon når du blander sukker og vatn. c) Tenk at det *ikkje* er ein kjemisk reaksjon. Korleis kan du bruke kjenneteikna til å grunngje dette?

3 OPPSUMMERING

I denne teksten har vi sett på dimensjonar å variere ei skriftleg oppgåve langs, både frå naturfagperspektiv, frå skriveforsking og frå matematikk, som oppsummert i spørsmål til ei oppgåve du har for handa, gjevne i Fig. 2. Dimensjonane i Tabell 1 til Tabell 11 kan også oppsummerast som *designprinsipp*. Med dette meiner vi at teksten kan brukast som designprinsipp for deg som skal lage nye oppgåver eller justere ei eksisterande. Dimensjonane formulerte i designprinsipp er gjevne samla i Tabell 12.



Fig. 2: Dimensjonar å variere ei skriftleg oppgåve langs. Lista er ikkje uttømjande.

Tabell 12: Designprinsipp for skriftlege oppgåver utvikla i denne teksten.

Ei god oppgåve...

- har ei agentbasert tilnærming; eit klårt formål for den lærande,
- er klår og tydeleg på kva handling som er forventa av den lærande, gjerne i form av eit verb,
- gjev gjerne den lærande ei autentisk grunn til å kommunisere med ein gjeven mottakar og
- er ikkje-sekvensiell, det vil seie at delane ikkje føreset at den lærande har greidd dei føregåande delane.

Du kan variere mellom ...

- idealiserte oppgåver, som er formulerte på disiplinspråk og i -kontekst (eksempelvis kjemiske formlar) eller kontekstuelle, som er formulerte i kvardagsspråk og i -kontekst,
- ulik informasjonslast,
- interaksjonsnivå,
- talet på og typen representasjonsformer,
- taksonomisk vanskegrad,
- grad av openheit – til dømes open byrjing (ulike startpunkt), open midtdel (ulike framgongsmåtar er moglege) og open slutt (ulike løysinga er moglege) og
- ei oppgåve vil vere ei øving eller eit problem alt ettersom kva erfaring den lærande har med løysingsmetoden.

4 ANERKJENNINGAR

Annette Lykknes har bidrege til idéutvikling og med innspel til teksten.

REFERANSAR

Andersen, K. N. (2020). Assessing task-orientation potential in primary science textbooks: Toward a new approach. *Journal of Research in Science Teaching*, *57*(4), 481–509.

Andersson-Bakken, E., Jegstad, K. M., & Bakken, J. (2020). Textbook tasks in the Norwegian school subject natural sciences: What views of science do they mediate? *International Journal of Science Education*, *42*(8), 1320–1338.

Bakken, J., & Andersson-Bakken, E. (2021). The textbook task as a genre. *Journal of Curriculum Studies*, *53*(6), 729–748.

Berge, K. L., Evensen, L. S., & Thygesen, R. (2016). The Wheel of Writing: A model of the writing domain for the teaching and assessing of writing as a key competency. *The Curriculum Journal*, *27*(2), 172–189. https://doi.org/10.1080/09585176.2015.1129980

Bodner, G. M. (1987). *The role of algorithms in teaching problem solving*.

Bodner, G. M. (2003). Problem solving: The difference between what we do and what we tell students to do. *University Chemistry Education*, *7*(7), 37–45.

Bodner, G. M. (2015). Research on problem solving in chemistry. *Chemistry Education*, 181–202.

Broman, K., Bernholt, S., & Parchmann, I. (2015). Analysing task design and students' responses to context-based problems through different analytical frameworks. *Research in Science & Technological Education*, *33*(2), 143–161.

Fine, C. G. M., & Furtak, E. M. (2020). A framework for science classroom assessment task design for emergent bilingual learners. *Science Education*, *104*(3), 393–420.

Gracin, D. G. (2018). Requirements in mathematics textbooks: A five-dimensional analysis of textbook exercises and examples. *International journal of mathematical education in science and technology*, *49*(7), 1003–1024.

Haug, B. S., Sørborg, Ø., Mork, S. M., & Frøyland, M. (2021). Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter–på vei mot et tolkningsfellesskap: Scientific practices–towards a common understanding. *Nordic Studies in Science Education*, *17*(3), 293–310.

Lykknes, A., & Arnesen, T. (2008). Fra lister til tankekart: Skriving i naturfag i noen nye lærebøker. I *Å skrive i alle fag*. Universitetsforlaget.

Matre, S., Solheim, R., Otnes, H., Berge, K., Evensen, L., & Thygesen, R. (2021). *Nye grep om skriveopplæringa*. Universitetsforlaget.

Ofte, I., & Otnes, H. (2021). Skrivehandlinger og andre handlinger: Design av skriveoppgaver i lærerutdanninga. *Högre utbildning*, *11*(3).

Sirnoorkar, A., Bergeron, P. D., & Laverty, J. T. (2023). Sensemaking and scientific modeling: Intertwined processes analyzed in the context of physics problem solving. *Physical Review Physics Education Research*, *19*(1), 010118.

Sullivan, P., Knott, L., & Yang, Y. (2015). The relationships between task design, anticipated pedagogies, and student learning. *Task design in mathematics education: An ICMI study 22*, 83–114.

Swan, M. (2014). Designing tasks and lessons that develop conceptual understanding, strategic competence and critical awareness. *Tarefas matemáticas: Livro de Atas do Encontro de Investigação em Educação Matemática*, 9–28.

Watson, A., & Ohtani, M. (2015). *Task design in mathematics education: An ICMI study 22*. Springer Nature.