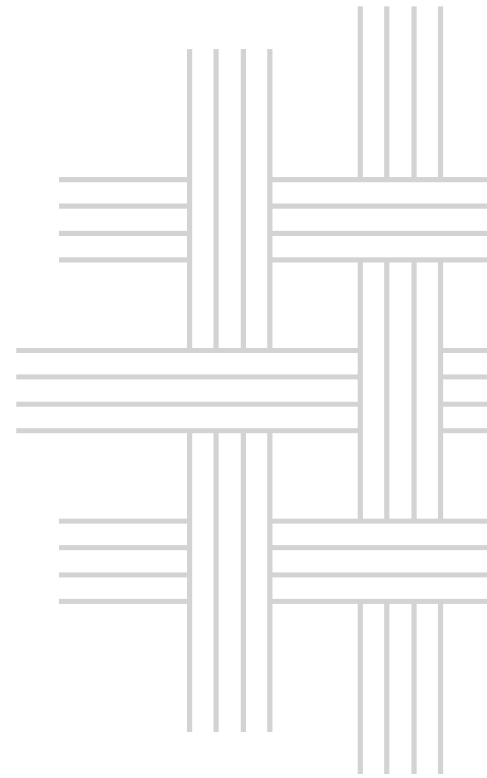




Høgskolen
i Innlandet



Morten Bjørnebye

Aktiviteter for kroppslig læring i matematikk for 1. til 3. trinn

Skriftserien 11 - 2022



© Forfatteren/Høgskolen i Innlandet, 2022

Det må ikke kopieres fra publikasjonen i strid med Åndsverkloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med Kopinor.

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner.
Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for høgskolens syn.

I Høgskolen i Innlandets skriftserie publiseres både internt og eksternt finansierte FoU-arbeider.

Skriftserien nr. 11 - 2022

ISBN digitalt: 978-82-8380-341-9

ISSN: 2535-5678

Sammendrag

Dette notatet er en delrapport til prosjektet "Design of embodied learning tasks in mathematics for kindergarten and elementary school". I rapporten presenterer vi aktiviteter som tar i bruk skolens utemiljø, og der bevegelse, lek og samhandling er sentrale elementer i arbeid med aktuelle kompetansemål i matematikk i 1. til 3. trinn. I notatet forankrer vi de kroppslige læringsaktivitetene i LK20 og i teori knyttet til forskningsfeltet 'Embodied learning', og vi presenterer prinsipper for design av aktivitetene. Deretter følger en beskrivelse av aktivitetene. Til slutt kommer vi med anbefalinger til lærere knyttet til regelmessig bruk av designene for kropps-basert læring i matematikk.

Emneord: Matematikk, design forskning, kroppslig læring

Oppdragsgiver: Høgskolen i Innlandet

Abstract

This paper is a partial report of the project "Design of embodied learning tasks in mathematics for kindergarten and elementary school". The report presents activities that use the schools' outdoor environment, and where movement, play, and physical interaction are key elements for learning mathematics for 1st to 3rd graders. In the report, we anchor the bodily learning activities in the Norwegian Curriculum, LK20, and in theory related to the research field 'Embodied Learning', and we present principles for the design of the activities. Next, a description of the activities follows. Finally, we give recommendations to teachers related to the regular use of designs for embodied learning in mathematics.

Keywords: Mathematics, design-based research, embodied learning

Financed by: Inland Norway University of Applied Sciences

Forord

Dette notatet er en delrapport til prosjektet “Design of embodied learning tasks in mathematics for kindergarten and elementary school”. Prosjektets hovedmål er å utvikle kunnskap om hvordan kroppsbaserte læringsaktiviteter kan støtte barnehagebarn og elever i grunnskolen i deres utvikling av matematiske ferdigheter. I dette heftet presenteres aktiviteter i matematikk for elever på 1. – 3. trinn, noe som er et av prosjektets delmål. Aktivitetene er utviklet og testet i samarbeid med lærere og elever ved vår pilot skole i Viken fylke. Notatet vil danne grunnlag for videre vitenskapelige publikasjoner. Høgskolen i Innlandet har finansiert forskningen. Forskningen skjer i overensstemmelse med anerkjente vitenskapelige og etiske prinsipper, og er meldt inn til NSD (Norsk Senter for forskningsdata).

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	4
Forord	5
Innholdsfortegnelse	6
1. Innledning	7
1.1 Planverk og læringsteorier om kroppslig læring	7
1.2 Prinsipper for design av matematikkaktiviteter	8
1.3 Design på asfalt for kroppslig læring i matematikk.....	9
1.4 Aktivitetsbank for kroppslig læring i matematikk.....	9
1.4.1 Kroppslig rytme i telling, uttrykk av mengder og tall-relasjoner	10
1.4.2 Kast av ertepose og et tall og bruk av regel for kroppslig uttrykk.....	11
1.4.3 Tallinjer med firer-matriser	12
1.4.4 Kast av ertepose og stepp av lengde	13
1.4.5 Stafetter i tallinjene med bruk av terninger	13
1.4.6 Tallbegrep: Rytmask telling i sirkel med 200 merker	14
1.4.7 Ekspressivitet i kroppslig læring i matematikk: Hopp av tallpar.....	15
1.4.8 Lekbasert integrering i den kroppslige læringen: «Har'n»	17
1.4.9 Stort og lite format – design som del av en helhetlig opplæring	18
1.5 Oppsummering.....	19
Litteraturliste	21
Vedlegg: Progresjon i kroppslig læring i matematikk.....	22

1. Innledning

Dette er en delrapport til prosjektet "Design of embodied learning tasks in mathematics for kindergarten and elementary school". Et av prosjektets delmål er utvikling av en aktivitetsbank som tar i bruk skolens ute miljø, og der bevegelse, lek og samhandling er sentralt i arbeid med aktuelle kompetansemål i tall og tallforståelse i 1. til 3. trinn. Vi håper notatet vil inspirere lærere til å se muligheter i skolens uteområder til å skape en variert kroppslig læring i matematikk der elevene får anledning til å aktivisere flere sanser, føle bevegelsesglede og mening. Heftet har følgende struktur: Etter denne introduksjonen forankres prosjektet i fagfornyelsen LK20 og læringsteori, og vi presenterer fire prinsipper for design av aktivitetene. Deretter følger en beskrivelse av aktivitetene. Til slutt oppsummerer vi prosjektet og vi kommer med anbefalinger til lærere knyttet til regelmessig bruk av designene.

1.1 Planverk og læringsteorier om kroppslig læring

I følge LK20 skal skolen legge til rette for læring i innenfor de tverrfaglige temaene folkehelse og livsmestring. I matematikk kan det bety utvikling av motoriske ferdigheter og bevegelsesglede parallelt med faglig læring. Et fagovergripende prinsipp i LK20 er dybdelæring, som innebærer en gradvis utvikling av kunnskap og forståelse av begreper og metoder i fag og mellom fagområder, refleksjon over egen læring og variert bruk av kunnskap i kjente og ukjente situasjoner. Etter vår forståelse kan elementer i dybdelæring i matematikk som ivaretar tverrfaglighet og metodisk variasjon være uttrykk og representasjon av matematiske begreper og sammenhenger på meningsbærende og kreative måter i kroppslige ute baserte kontekster. Et sentralt poeng er at elevene skal møte kjente matematiske begreper i ukjente situasjoner og kontekster for konsolidering av kunnskap, men også legge til rette for at kroppslig erfaringer utvikler den matematiske forståelsen. Definisjonen av dybdelæring i LK20 fremhever også refleksjon over egen læring, hvilket kan inkludere bruk av kropp og bevegelse for å avlaste arbeidsminnet og modellere matematiske resonnement. Videre støtte i kroppslig læring i matematikk finner vi i kjerneelementene i kroppsøving; (i) bevegelse og kroppslig læring; (ii) deltakelse og samspill i bevegelsesaktiviteter og (iii) uteaktiviteter og naturferdsel (Utdanningsdirektoratet, 2020). I læreplanen i kroppsøving handler kroppslig læring «om allsidig motorisk læring, utvikling av kroppsmedvit og stimulering til bevegelsesglede». Denne definisjonen underbygger forståelsen av kroppslig læring som fysisk aktiv læring.

Å lære med kroppen er nært knyttet til forskningsfeltet omtalt som 'Embodied learning' (Østern & Bjerke, 2021). Hovedargumentene for 'Embodied learning' er at aktiv bruk av kroppen skaper engasjement og eierskap til læringen. 'Embodied learning' understreker betydningen av å inkludere bevegelse, kroppslig handling, følelser og sosiale elementer for å skape førstehåndserfaringer i elevenes møte med matematiske begreper. Tenkningen er situert i en kontinuerlig dialektisk interaksjon mellom elevens sensoriske oppfattelse og muligheter i miljøet. Det betyr at kroppslig interaksjoner i et design vil skape en forståelse, og denne kontinuerlige loopen mellom aksjon og oppfattelse av handlingsmuligheter driver tenkningen fremover. For å løse addisjonen $8 + 5$ i en tallinje i stort format vil en kroppslig forflytning til tallet 8 åpne opp for muligheten til først å fylle en hel tier for deretter å bevege seg opp til 13. Fra et kroppslig perspektiv kan det additive resonnementet forstås som tre sammensatte bevegelser som speiler den assosiative lov ($8 + 5 = 8 + 2 + 3 = 10 + 3 = 13$), og der hver kroppslig interaksjon med tallinjen skaper nye betingelser som driver den additive tenkningen fremover. Et sentralt poeng ved 'Embodied learning' er derfor at kroppslig interaksjonen i et læringsdesign bør modellere en matematisk sammenheng. I tillegg åpner det

kroppslige perspektivet for utforskning og integrering av kreative, estetiske og ekspressive uttrykksformer, noe som kan gi grunnlag for utvikling av et følelsesmessig og meningsfullt eierskap til de matematiske begrepene.

For å møte fremtidens krav om kunnskap og ferdigheter fremhever OECD 'Embodied learning' som et av seks sentrale områder for pedagogisk innovasjon (Paniagua & Istance, 2018). I argumentasjonen for å kultivere det kroppslige perspektivet i læringsprosesser vektlegges betydningen av aktiv elevmedvirkning og kreative erfaringer. En slik læringscentrert pedagogikk signaliserer et betydelig skifte fra utdanningssystemer som har prioritert det abstrakte, det individuelle og tilegnelse av kunnskap (Paniagua & Istance, 2018). Dahl (2021) argumenterer for at all læring er kroppslig, og kritiserer forståelsen både OECD-rapporten og fagfornyelsen LK20 legger til grunn om at kroppslig læring fremstår som noe annet enn den dominerende formen for læring i undervisningen. Allikevel er det interessant at OECD-rapporten fremhever kroppsøving og kunstfag som plattformer for pedagogisk innovasjon i andre fag (Paniagua & Istance, 2018, p. 117). I vårt prosjekt søker vi å skape grobunn for tverrfaglig læring i matematikk og kroppsøving gjennom å epistemologisk posisjonere aktivitetene i hva Arnold (1979) beskriver som «læring gjennom bevegelse». Allikevel anerkjenner vi betydningen av kroppslig læring som støttefunksjon for språklige læringsprosesser (Krumsvik & Säljö, 2020; Säljö & Moen, 2001). Aktivitetene i heftet er lagt til en utekontekst som søker å integrere elementer fra elevenes lekekultur og der fokus er aktiv deltagelse og samspill. Elevenes kroppslige læring i matematikk bygger dermed på kjerneelementene i kroppsøving.

Aktivitetene i heftet retter seg mot kompetansemål i tall og tallforståelse (Kunnskapsdepartementet, 2019). Etter 2. trinn skal elevene kunne eksperimentere med telling både forlengs og baklengs, velge ulike startpunkter og ulik differanse og beskrive mønstre i tellingene, utforske addisjon og subtraksjon og bruke dette til å formulere og løse problemer fra lek og egen hverdag. I heftet ønsker vi å integrere disse kompetansemålene i en kontekst der de skal lage og følge regler og trinnvise instruksjoner i lek og spill, som også er et mål for opplæringen etter 2. trinn. For å oppsummere gir observasjonene fra fagfornyelsen LK20 flere grunner til design av aktiviteter som baserer seg på kroppslig læring i matematikk. Nedenfor presenterer vi design prinsippene som vi brukte til å utvikle aktivitetene i vårt prosjekt.

1.2 Prinsipper for design av matematikkaktiviteter

Prosjektets fire pedagogiske prinsipper bygger på forankringen i LK20 presentert ovenfor og litteratur som vektlegger kroppslig læring (e.g., Paniagua & Istance, 2018).

1. Bevegelse og matematisk begrep er sammenkoblet.
2. Estetiske og ekspressive uttrykksformer (eleganse, rytme, tempo, kraft, presisjon).
3. Uteaktiviteter, lekbasert kontekstualisering og samhandling.
4. Artikulering, dialog og refleksjon.

Det første design prinsippet vektlegger bevegelsens betydning i matematisk læring; at kroppslig handling og matematisk tekning integreres og skjer samtidig. Arnold (1979) beskriver dette som «læring gjennom bevegelse». De to neste design prinsippene vektlegger fysiske, emosjonelle og sosiale faktorer i læringsprosessen, mens det siste prinsippet synliggjør betydningen av språk og refleksjon for å heve abstraksjonsnivået av kroppslige erfaringer. Vi vil presisere at graden av aktualitet til et prinsipp vil variere med læringsmål og kontekstuelle faktorer, men vi legger til grunn at prinsippene virker gjensidig støttende for meningsfull matematisk læring. For å sikre progresjon har aktivitetene tips til variasjon og utfordringer som både kan gå på det matematiske innholdet, motoriske utfordringer og det sosiale samspillet. Vi oppfordrer lærere til å gjøre nødvendige

tilpasninger basert på kjennskap til skolens fasiliteter, elevenes preferanser, motivasjon og lignende faktorer.

1.3 Design på asfalt for kroppslig læring i matematikk

Designene som ble utviklet er lokalisert på sentrale områder på vår pilot skole:

- 1) Firer-matriser ved skolens inngangsparti (Figur 1).
- 2) Korte tallinjer (for hopping av 5-, 10-, og 20-venner) utenfor skolens hovedbygg (Figur 2) og ved håndballbane (Figur 3).
- 3) En sirkel med diameter på 5 m og med 200 merker (med 4 ulike farger) omkranset av firer matriser plassert ved håndballbane (Figur 4).
- 4) Fem baner med store tallinjer 0-30 ved håndballbane (Figur 5 og Figur 6).



Figur 1: Firer-matriser plassert foran skolens inngangsparti



Figur 2: Korte tallinjer strategisk plassert foran hovedbygning



Figur 3: Korte tallinjer ved håndballbane



Figur 4: Sirkel med 200 merker omkranset av firer-matrise



Figur 5: Fem baner med tallinjer 0-30 ved siden av 200-matrise



Figur 6: Tallinjer med tallsymboler og tallbilder (t.o.m. 12)

Designene kan merkes med kritt, men for varig merking anbefales spray. Designene har ulike krav til rom for bevegelse og lek, men et ledende prinsipp er nærhet til skolebygg for regelmessig bruk.

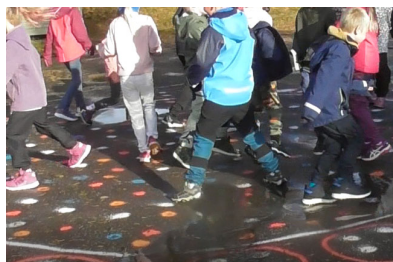
1.4 Aktivitetsbank for kroppslig læring i matematikk

Nedenfor gir vi en beskrivelse av aktiviteter som bruker designene for kroppslig læring i matematikk.

1.4.1 Kroppslig rytme i telling, uttrykk av mengder og tall-relasjoner



Figur 7: Første trinn i fire-steps rytmen i takt med «Gummy Bear» sangen

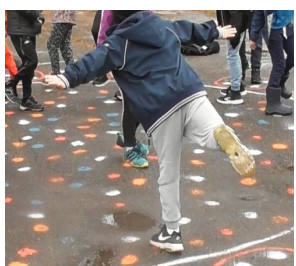


Figur 8: Mellomparti med fridans inni sirkelen i «Gummy Bear» sangen



Figur 9: Fire-steps rytme i takt med «Gummy Bear» sangen

Rytmask bevegelse i kvadratiske firer-matriser som følger bevegelsesmønsteret til aerobic-dans: "Høyre ben frem, venstre ben frem (parallelt med høyre bein), høyre ben bak, venstre ben bak (parallelt med høyre bein)" (Figur 7). Artikulering av bevegelsene skal bidra til etablering av en felles rytme. Talldansen kan også bli akkompagnert av musikk (f.eks., «The Gummy Bear Song» som også inneholder et mellomparti med fridans, Figur 8), rim og regler (f.eks., «Elle, melle»)¹. Det repeterende bevegelsesmønsteret kan introduseres med to-stavelles metaforene «mo-dig, skum-melt». Med firer-matrisen foran elevens visuelle felt indikerer «mo-dig» en bevegelse fremover for berøring av de to merkene lengst bort, mens «skum-melt» formidler at forflytning bakover for at føttene skal berøre de to fremste merkene. For å understreke meningen bak del-hele relasjoner av tall kan elevene stoppe bevegelsen og holde balansen på et bein i et kort øyeblikk (1-2 sekunder) for å forsterke opplevelsen av hver stepp-syklus.



Figur 10: «One, two, three, ... eight» først i firer-matrise, deretter inni sirkel



Figur 11: Nesten uhørlige trinn i simulering av en dansende mus



Figur 12: «En, to, ..., åtte» Rotasjon.



Figur 13: Hvor mange firere på 10 sek?

Det repeterende bevegelsesmønsteret kan kombineres med ulike varianter av telling:

- «Mo-dig, skum-melt, en, to, tre, fire»
- «Mo-dig, skum-melt, mo-dig, skum-melt, en, to ... åtte»
- «Mo-dig, skum-melt, Mo-dig, skum-melt, one, two, three, four, ..., eight»
- «Åtte, syv, seks, fem, fire, tre, to, en»
- «En, to, tre, fire, fire, tre, to, en»
- Gjentatt addisjon 4+4: «En, to, tre, fire, en, to, tre, fire»
- Telle partall (taus ved oddetall): «En, **to**, tre, **fire**, fem, **seks**, syv, **åtte**»

Kropps-tellingen i matriser med ulik struktur gir elevene erfaringer med forskjellige måter å gruppere tall (Figur 10). Variasjon i den auditive modaliteten kan skapes gjennom å simulere atferden til dyr

¹ I prosjektet brukte vi en portabel høgtaler og Youtube for å strøme musikk.

(f.eks. Elefant med harde tramp, mus med mykere steg; Figur 11). For konsolidering av bevegelsesrytmen kan elevene utfordres til å steppe så mange firere de klarer på 10 sekunder (Figur 13). Motoriske og koordinative utfordringer er dans av «tre ganger fire» i blinde og forsøke å treffe «riktig» merke i siste steg (Figur 14). En mer reflekterende tilnærming til de kroppslige handlingene kan innebære utforskning av del-hele relasjoner.

Refleksjonsspørsmål kan være:

- Hvor mange (hele) firere danser dere når dere teller til ti?
- Vi danset tre firere (3·4), hvor mange steg ble det til sammen?



Figur 14: Treffer jeg rett prikk med øynene lukket?



Figur 15: Kraft, tempo, rytme og rotasjon i den kroppslige læringen



Figur 16: Estetisk dimensjon i rotasjonen - Svanedans



Figur 17: Personlig uttrykk

Etter hvert som den kroppslige rytmen er etablert, kan ekspressive elementer (rotasjon, kraft, eleganse, tempo, rytme; Figur 15 og Figur 16) forsterke den følelsesmessige dimensjonen i opplevelsen av telling og del-hele relasjoner av tall. Gjennom å inkludere personlige signaturer blir de skapere og eiere av kunnskapen om tall (Figur 17).

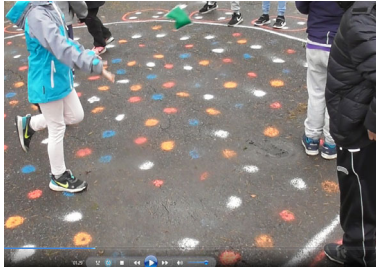
Regler og utfordringer vi brukte på 1. trinn var rotasjon i hvert fjerde steg og svanedans i uttrykk av kardinaltallet (Figur 16). Matematiske og motoriske utfordringer for elever på 2. og 3. trinn var rotasjon ved partall og fryse kroppen i en kreativ gestalt ved oddetall, og vi inkluderte multiplikative begreper i instruksjonene (f.eks. «tre ganger fire»).

1.4.2 Kast av ertepose og et tall og bruk av regel for kroppslig uttrykk



Figur 18: Kast av ertepose og et tall. Bruk tallet på en regel.

Utstyrt med en ertepose står halvparten av elevene inni sirkelen med 200 merker, den andre halvparten står utenfor. Elever eller lærer kan bestemme en regel (f.eks. tiervenner), et starttall (f.eks. «fire»; Figur 19) og et intervall som nye tall skal holde seg innenfor (f.eks. 1-10). Elever med ertepose skal bruke beina for kropps-tellingen på merkene i sirkelen (f.eks. «En, to, tre, fire, fem, seks»), holde balansen (og si «Fire og seks er tiervenner»), orientere seg, skape blikk-kontakt med en mottaker utenfor sirkelen, kaste erteposen og artikulere et nytt tall (f.eks. «tre»), og bytte plass med mottakeren (som skal uttrykke tiervennen til «tre»). Slik fortsetter aktiviteten.



Figur 19: Kast av ertepose og artikulering av et tall



Figur 20: Temp og kraft i kroppslige uttrykk av tall



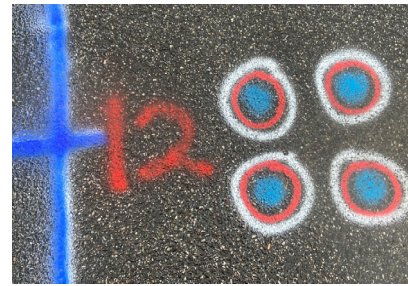
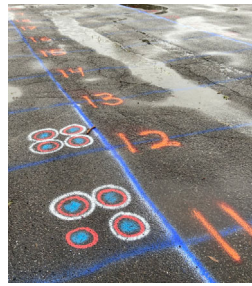
Figur 21: Matematiske tenkning forankres i kroppslig interaksjon med matrisen

Eksempler på regler:

- Tallet (x)
- En/to mindre/mer enn tallet ($x-1$, $x+1$, $x-2$, $x+2$)
- Det dobbelte av tallet ($2x$)
- Femmervenn, tjuevennen
- Ni mer enn tallet ($x+9$)
- Det dobbelte av tallet pluss to ($2x+2$)

Samme kontekst kan brukes for å modellere regnestrategier, for eksempel minimums strategien i addisjon (dvs. å telle videre fra største addend i $5+3$). Elever inni sirkelen kan da kaste erteposen til en mottaker og rope ut et addisjonsstykke (f.eks. «fem pluss tre»). Mottaker skal da trampe det største tallet «fem» utenfor sirkelen, hoppe inn i sirkelen og telle videre «seks, syv, åtte», holde balansen og oppsummere «fem pluss tre er åtte», orientere seg og kaste et nytt addisjonsstykke til en av elevene utenfor sirkelen.

1.4.3 Tallinjer med firer-matriser



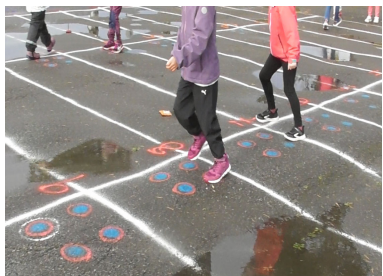
Figur 22: En 200-matrise med firer-matriser i nærheten av tallinjer gir muligheter for å kombinere designene

Tallinjas område bestemmes av reglene i aktiviteten, men for fleksibilitet bør tallinjene strekke seg fra 0-30 og ha minst fem baner. Vi brukte 1 meter mellom hvert tall. For å uttrykke mengdene i ulike representasjoner tegnet vi firer-matriser (opp til 12) ved siden av tallsymbolene (Figur 22)². Forflytning av objekter i form av føring av ball og kast av ertepose eller kroppslig bevegelse langs tallinjen vil stimulere ulike aspekter av elevenes tallbegrep, noe vi illustrerer og beskriver nedenfor gjennom aktiviteten «Kast av ertepose og stepp av lengde».

² Tallet 12 ble representert ikonisk i form av tre lag av firere (hhv. et blått, et rødt og et hvitt lag).

1.4.4 Kast av ertepose og stepp av lengde

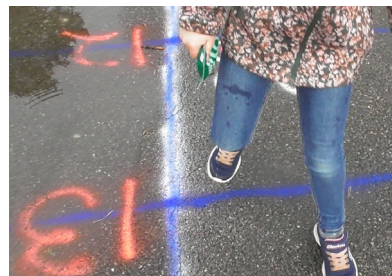
Elevene står bak starten av tallinjen, kaster erteposen³, løper frem til streken og tallsymbolet der erteposen ligger og stepper tallet som et uttrykk for lengden målt i meter.



Figur 23: Stepp av 8 og 7



Figur 24: 12 kan uttrykkes som 3·4



Figur 25: Stepp av tall uten støtte i tallbilde $13 = 3 \cdot 4 + 1$

Aktiveten gir erfaringer med ordinale og kardinale aspekter av tall i form av multimodale representasjoner (symbolsk, kroppslig, visuelt, ikonisk og verbalt). Det ordinale aspektet av tallbegrepet erfares gjennom den kroppslige forflytningen fra en strek til den neste og i rekkefølgen til tallsymbolene og tallbildene, og videre i telling av skritt i tall dansen. Tallets kardinale aspekt erfares symbolsk, verbalt gjennom det siste tallordet i telleremsen og visuelt gjennom erteposens bevegelsesbane i form av den totale lengden av kastet. Meningen bak kardinaltallet 12 oppleves også kroppslig gjennom den fysiske forflytningen som en helhet. Talldans i form av rytmisk stepp i firergrupper bidrar til førstehåndserfaringer om dekomponering av tall (f.eks. $13 = 3 \cdot 4 + 1$). Ekspressive utfordringer er kroppslig rotasjon i uttrykk av kardinaltallet, eller kroppslig rotasjon i partall og en kroppslig gestalt i oddetall.

Elevene kan jobbe individuelt eller samarbeide i grupper. Kast av ertepose kan også organiseres som en presisjonskonkurranse der hvert lag skal treffe strekene i rekkefølge (først ener-streken, deretter toer-streken osv.), og hvor stepp av 10-eren er strafferunde før nytt forsøk. Ved treff skal kasteren løpe bort og steppe det aktuelle tallet for så å bringe erteposen tilbake slik at en på gruppa kan forsøke å treffe neste strek. Nedenfor følger flere eksempler på bruk av tallinjene i matematiske stafetter.

1.4.5 Stafetter i tallinjene med bruk av terninger

I stafetter kastes terningen på omgang. Terningen kan brukes som «vekslepinne». Lag kan bestå av to til seks personer. Lærer bør presisere at elevene skal artikulere det matematiske uttrykket som modelleres, og regler bør forklares muntlig (f.eks. «Det dobbelte av terningens verdi minus en» for $2x-1$). Regler kan være:

- Løp til terningens verdi (x).
- Løp til to mer eller én mindre enn terningens verdi ($x+2$ og $x-1$).
- Løp til det dobbelte av terningens verdi ($2x$) eller det dobbelte pluss to ($2x+2$).
- Løp til sekser-, tier- femten eller tyvevennen til terningens verdi ($6-x$, $10-x$, $15-x$, $20-x$).
- Tieroverganger i addisjon: Løp til «ni pluss terningens verdi» ($9+x$) eller «atten pluss terningens verdi» ($18+x$).

³ Motorisk utfordring er å kaste med keiva.

- Partall/oddetall: Løp til halvparten av terningens verdi ved partall ($x/2$), løp til det dobbelte av terningens verdi ved oddetall ($2x$).
- Partall/oddetall: Løp til terningens verdi, og bruk firer matrisen til å danse tallet. Rotasjon i kardinaltallet hvis partall, kroppslig frys-gestalt ved oddetall.
- Subtraksjon: Bruk to terninger. Løp til differansen mellom største og minste verdi (bruk gjerne terninger med ulikt antall sider). Alternativt – bruk en terning, og løp til $12-x$.
- Addisjon: Løp til summen av terningenes verdier ($x+y$).
- Kast to eller tre terninger. Lag et regnestykke med svar 1, deretter 2 osv. Alle tallene må brukes i regnestykket. Flytt en ertepose eller kjegle for å markere hvor langt laget har kommet. Strafferunde hvis laget ikke klarer å lage et regnestykke og må kaste på nytt: Løp til 10-er merket og tilbake før nytt kast kan skje.
- Addisjon: Første lag som når 30. Kast terningen, løp til korresponderende tall på tallinjen, og summer. Alternativ: Start på 30, subtraher terningens verdi. Første lag som når 0 vinner.
- Elevene kan finne på egne regler og konkurranser.

I et progresjonsperspektiv kan variasjon i antall terninger og terninger med flere sider skape utfordringer tilpasset mestringsnivå. Motoriske utfordringer kan innebære å balansere erteposen (eller terningen) på hodet. Aktiviteten kan gjennomføres med lukkede øyne, noe som krever verbal kommunikasjon. I stafetter hvor sekser-grupper skal samarbeide om å løpe frem og tilbake med antall personer tilsvarende antall øyne på terningen krever også samarbeid. I estiske og kreative bevegelsesformer kan artikulering av det matematiske bidra til å heve abstraksjonsnivået på det kroppslige uttrykket og dermed heve kvaliteten på læringen, mens i stafetter kan artikulering hindre raske kroppslige uttrykk. Læreren må derfor finne balanse mellom tale, kroppslige uttrykk og driv i aktiviteten.

Likeledes kan kreative bevegelser forsterke den visuelle og kroppslige sansing av de matematiske bevegelsene, mens balansering av terningen på hodet kan gi motorisk utfordringer og presisjonskast med erteposer kan trigge lagfølelse, kommunikasjon og konkurranseinstinkt. Ved tiervenn-stafetter kan elevene løpe til terningens tiervenn og kaste en ertepose mot 10-tallet. Første lag som treffer 10-tallet tre ganger (ev. en bømme eller innenfor en sirkel) vinner stafetten. Føring og sprett av ball kan tilføre motorisk og kulturell mening til den matematiske tenkningen.

1.4.6 Tallbegrep: Rytmisk telling i sirkel med 200 merker

Aktiviteten «Rytmisk telling i sirkel med 200 merker» utfordrer elevene til å tolke og uttrykke instruksjoner knyttet til tallbegrepet. Vi bruker et utdrag fra en sekvens fra 1. trinn for å illustrere aktiviteten:

- Lærer: «Nå skal vi gå til det dobbelte av to. Hva er det?»
[Læreren peker på en av elevene som rekker opp hånda]
- Elev: «Fire»
- Lærer: «Ja, riktig. Det dobbelte av to er fire»
- Alle: «En, to, tre, fire [alle står på et bein og holder balansen i to-tre sekunder] en, to, tre, fire»
[alle står på et bein og holder balansen]
- Lærer: «Vi gikk til fire. Nå skal vi gå til en mer enn fire/en mindre enn fire/det dobbelte av fire/halvparten av fire. Hva er det?»



Figur 26: Felles rytme og tallforståelse



Figur 27: Balanse



Figur 28: Samhandling

Det motoriske fokuset rettes mot å etablere en felles rytme i bevegelsen på prikkene (Figur 26), og her spiller artikulering av tallord en veiledende rolle. Videre antar vi at det å holde balansen i siste steg av tellingen forsterke sansingen av kardinaltallet (Figur 27). Vi anbefaler å repetere tellingen to ganger før læreren (eller en elev) stiller nye spørsmål. Elevene må få anledning til å tenke på den nye regelen og gi et svar, før læreren gjentar både resonnement og svar.

En sekvens fra 3. trinn er:

- Vi gikk til seks (står på et bein). Nå skal vi gå til halvparten av seks, hva er det?
- Tre. Ja, en, to, tre (holder balansen), en, to tre (holder balansen).
- Nå gikk vi til tre. Nå skal vi gå til det dobbelte av tre, hva er det?
- Ja, seks. En, to, tre, fire, fem, seks (holder balansen). En, to, tre, fire, fem, seks (holder balansen).
- Nå gikk vi til seks. Nå skal vi gå til tiervennen til seks, hva er det? ...».



Figur 29: Frys i oddetall



Figur 30: Rotasjon i partall



Figur 31: Følelser og samhandling

Aktiviteten blir motorisk utfordrende hvis bevegelsen begrenser seg til en farge. For elever i 2. og 3. trinn jobbet vi også med å assosiere oddetall og partall med bestemte kroppslige uttrykk (Figur 29 og Figur 30).

1.4.7 Ekspressivitet i kroppslig læring i matematikk: Hopp av tallpar

Som antydnet tidligere i notatet kan veileder i kroppsbasert matematikk introdusere estetiske og motoriske elementer før mestring av det matematiske målområdet (altså bevissthet om hvilke matematikk som uttrykkes). Det bærende elementet i utvikling av den matematiske forståelse vil da være basert på førstehåndserfaringer i form av kroppslige bevegelsesspor. Et ekspressivt fokus i den kroppslig modellering kan bidra til at elevene utvikler eierskap til kunnskapen og dermed investerer innsats for læring av de matematiske sammenhengene.



Figur 32: «Åtte og tolv er tyve-venner»

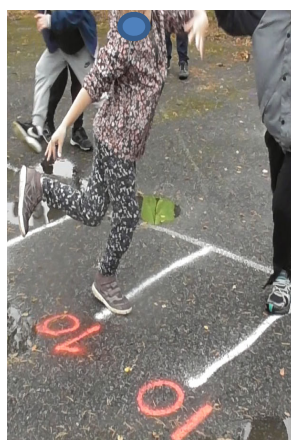


Figur 33: Bevegelsesspor av del-del-relasjon av det hele



Figur 34: Ekspressive uttrykk

Motoriske elementer i hopp av tallvenner kan innebære koordinert aksjon med tallinjen (tagging av start, midtpunkt og endepunkt), og rotasjon, balanse, kraft og tempo i uttrykk av del-del-hele relasjonen (Figur 32 og Figur 33). Fra et matematisk perspektiv kan en progresjonslinje starte med mestring av enkle tallpar (f.eks., 1+4, 5+5, 1+9, 10+10, 19+1) som grunnlag for mer utfordrende tallpar (f.eks., 4+6, 7+3, 8+2, 14+6, 17+3, 18+2, 12+8, 14+6). I siste fase kan elevene utfordres til kroppslig uttrykk av komplekse og sammensatte relasjoner av tall (f.eks. 3+3+3+1, 12-2, 25-5, 14-5+1, 15-10+5). Mestring av matematiske relasjoner kan danne grunnlag for ekspressive utfordringer (balanse, kraft, tempo, rotasjon og kroppslig eleganse; Figur 34).





Figur 35: Elevene som artister i kroppslig uttrykk av tallpar

For å oppsummere kan de matematiske og motoriske utviklingsbanene betraktes som gjensidig styrkende (se Figur 35). En tredje progresjonslinje er integrering av elementer fra elevenes lekekultur, noe vi skal illustrere nedenfor.

1.4.8 Lekbasert integrering i den kroppslige læringen: «Har'n»

Aktivitet retter seg mot designprinsippet «Uteaktiviteter, lekbasert kontekstualisering og samhandling», og tar utgangspunkt i «Har'n» (også kalt «Sisten»), som er en bevegelseslek med en sterk forankring i norsk lekekultur.



Figur 36: Sisten, også kalt «Har'n», med bruk av tallinjer, 200- og firer matriser

To eller tre elever får tildelt ertepose og fungerer som jegere (bruk gjerne vester). Leken starter med at alle deltakere teller i takt samtidig som de går på merkene i sirkelen. Når de kommer til «ti» roper jegerne ut: «Løp! Tall-jakten starter». Jakten foregår innenfor et begrenset område. I vårt prosjekt

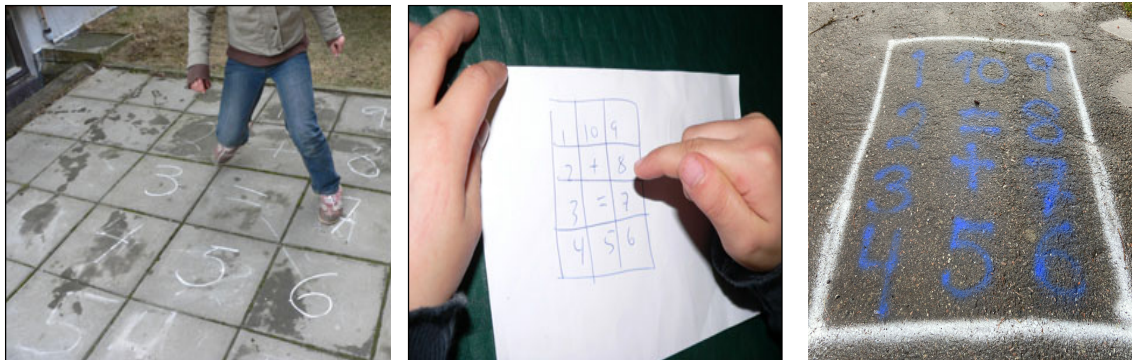
brukte vi strekene på tallinjene opp til 10 som en naturlig avgrensning, og det var kun tiltatt å bevege seg på de hvite strekene. Jegerne forsøkte å treffe de andre elevene med en ertepose for å merke de med et tall (f.eks. i området 1 til 10). For å bli fri og være med videre i leken måtte elevene løpe til firer-matrisen og/eller sirkelen med 200 merker for å bruke tallet på en forhåndsbestemt regel. Regler vi brukte i prosjektet var:

- Telle det samme tallet de er blitt merket med.
- Telle en/to mindre/mer enn tallet de har blitt merket med.
- Telle videre til ti. F.eks. «fire» (utenfor sirkel) og så «fem, seks, ..., ti» (inni sirkelen).
- Tiervennen til tallet.

Motoriske og matematiske utfordringer var å foreta rotasjon ved partall og kroppsfrys ved oddetall. Vi kombinerte også ulike matriser, blant annet ved at tellingen foregikk både i firer- matrisen og i sirkelen med 200 merker.

1.4.9 Stort og lite format - design som del av en helhetlig opplæring

En gjennomgripende endring av det didaktiske arbeidet ligger til grunn for å realisere potensialet i å integrere kroppslig læring i matematikk i en helhetlig opplæring i faget. I dette ligger bruk av elevenes førstehåndserfaringer i tverrfaglige oppgaver, utforskende og problembaserte kontekster. Andre aspekter som styrker integreringen av den kroppslige læringen er speiling av de samme matematiske bevegelsessporene i ulike formater og bruk av designene i elevenes hverdagsatferd, noe vi skal se nærmere på nedenfor.



Figur 37: Tiervenn-dans i stort og lite format

I en matrise i stort format kan tiervennene $1+9$, $2+8$, $3+7$, $4+6$ og $5+5$ steppes med vekt på kreative og ekspressive uttrykksformer. Artikulering av tiervennene forsterker relasjonen mellom det matematiske språket og det kroppslige bevegelsesmønsteret. Aktiviteten kan oppleves som selvmotiverende og eleven kan fortsette til koordinasjon mellom det kroppslige, språklige og matematiske korresponderer. I et mindre format kan tidtaking og jakt på personlig rekord fungere som ytre motivasjon og forsterke konsolideringen av kunnskapen.



Figur 38: Plasseringen av designene har avgjørende betydning for regelmessig bruk

Plasseringen spiller en avgjørende rolle om designene skal bli en naturlig del av elevenes hverdag. I pilotskolen tegnet vi firer-matriser utenfor inngangsporten til skolebygget. For å stimulere til regelmessig bruk kan læreren oppfordre elevene til å bruke firer-matrisene til å bli kvitt sand og grus fra sko og klær før de går inn i skolebygget. Læreren kan da stille spørsmål som: «Hvor mange firere må du steppe for å bli ren, tror du?». Eleven må da reflektere over hvordan en praktisk situasjon kan løses ved hjelp av matematisk tenkning og kroppslig handling. Målet er at elevene skal etablere en vane om å tenke på relasjonen mellom kropp, bevegelse og matematikk for å løse praktiske problem, også uten innspill fra en lærer.

1.5 Oppsummering

Med bakgrunn i prosjektet “Design of embodied learning tasks in mathematics for kindergarten and elementary school”, presenterer dette notatet et teoretisk bakteppe, et sett med design prinsipper og et utvalg aktiviteter for kroppslig læring innenfor tall og tallforståelse. Arena for pilotering, utvikling og testing av aktivitetene er fire design tegnet på asfalten ved vår pilot skole i Viken fylke. Et sentralt anliggende i beskrivelsen av aktivitetene er progresjon, både i form av matematisk tenkning og gjennom å kultivere samhandling, følelser, estetiske og ekspressive elementer som tempo, rytme og kraft i den kroppslige læringen⁴. Et annet design prinsipp er inkludering av elevenes lekekultur i aktivitetene. Det kan bety å pakke inn matematiske regler inn i dans, musikk og bevegelsesleker.

I tråd med LK20 sin forståelse av meta-kognitive aspekter som dimensjon av dybdelæring i matematikk, synliggjør aktivitetene hvordan elevene kan utvikle kompetanse om hvordan kroppslig bevegelse kan avlaste matematisk tenkning, og hvordan kroppslig interaksjon i ulike design malt på bakken kan representere og modellere matematiske sammenhenger. Designene tilbyr også utforskning og eksperimentering av nye måter å sette sammen matematikk, forflytning og kroppslig

⁴ Se tabellen i «: Progresjon i kroppslig læring i matematikk»

handling, der inkluderingen av ekspressivitet og estetiske bevegelsesmønstre synliggjør matematikk som en skapende og kreativ prosess. Etter vår forståelse reflekterer en slik transformasjonen og integrasjon av kunnskap og ferdigheter på tvers av fagområder og kontekster et potensial for dybdelæring i matematikk. Valg av uteområde som læringsarena vil også være et argument i debatten om tilpasset opplæring, da perspektivet tilbyr elevene muligheten til å lære matematikk i det som kan oppleves som en ny og tiltalende læringsarena i matematikkundervisningen. Videre, for å inkludere kroppslig læring som del av en helhetlig opplæring i matematikk, er det nødvendig at elevene får anledning til å reflektere over og bearbeide førstehåndserfaringene i andre kontekster.

Vi understreker at aktivitetene presentert i dette heftet representerer kun et lite utvalg av mulighetene for kroppslig læring i matematikk. Lærerens kunnskap om egne elevers lekekultur, motivasjon og interesser bør derfor utnyttes for å gjøre lokale tilpasninger som styrker og støtter opp under en bevegelsesorientert opplæring i matematikk. Avslutningsvis vil vi oppmuntre lærere til å bruke design prinsippene for å gjøre det pedagogiske arbeidet progressivt, utforskende og praksisnært i kultiveringen av en kroppslig tilnærming til læring av matematikk.

Litteraturliste

- Arnold, P. (1979). *Meaning in movement, sport, and physical education*. Heinemann.
- Dahl, T. (2021). Hjernen er ikke alene - all læring er kroppslig. In Ø. Bjerke, G. Engelsrud, A. G. Sørnum, & T. Østern (Eds.), *Kroppslig læring : perspektiver og praksiser* (pp. 31-43). Universitetsforlaget.
- Krumsvik, R. J., & Säljö, R. (2020). *Praktisk-pedagogisk utdanning : en antologi* (2. utgave. ed.). Fagbokforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk (Mat01-05). Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Retrieved from <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Paniagua, A., & Istance, D. (2018). *Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies. Educational Research and Innovation*. Paris: OECD Publishing.
- Säljö, R., & Moen, S. (2001). *Læring i praksis: Et sosiokulturelt perspektiv*. Cappelen akademisk.
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Kjerneelementer. I læreplan for kroppsøving (KRO01-05). Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Retrieved from <https://www.udir.no/lk20/kro01-05/om-faget/kjerneelementer?lang=nob>
- Østern, T., & Bjerke, Ø. (2021). Forekomst og forståelser av kroppslig læring i norskspråklig forskning. In T. Østern, Ø. Bjerke, G. Engelsrud, & A. G. Sørnum (Eds.), *Kroppslig læring : perspektiver og praksiser* (pp. 16-27). Universitetsforlaget.

Vedlegg: Progresjon i kroppslig læring i matematikk

Aktivitetens regler kan tilpasses nivå og læringsmål. For å skape mening utover det matematiske, og skape grunnlag for konsolidering av kunnskapen, kan ekspressive, språklige og kulturelle elementer vektlegges. I fasen der innarbeidelse av matematiske regler og bevegelsesmønstre er i fokus kan vekten på elementene i tabellen tones ned, mens i takt med mestring kan en høyere grad av integrasjon være aktuelt.

	Ingen – lav grad	Middels grad	Høy grad
Tempo			
Kraft			
Rytme			
Rotasjon			
Kroppslig estetikk			
Språkliggjøring			
Samhandling			
Lekekultur			

Dette notatet er en delrapport til prosjektet "Design of embodied learning tasks in mathematics for kindergarten and elementary school". I rapporten presenterer vi aktiviteter som tar i bruk skolens utemiljø, og der bevegelse, lek og samhandling er sentrale elementer i arbeid med aktuelle kompetansemål i matematikk i 1. til 3. trinn. I notatet forankrer vi de kroppslige læringsaktivitetene i LK20 og i teori knyttet til forskningsfeltet 'Embodied learning', og vi presenterer prinsipper for design av aktivitetene. Deretter følger en beskrivelse av aktivitetene. Til slutt kommer vi med anbefalinger til lærere knyttet til regelmessig bruk av designene for kroppsbasert læring i matematikk.

This paper is a partial report of the project "Design of embodied learning tasks in mathematics for kindergarten and elementary school". The report presents activities that use the schools' outdoor environment, and where movement, play, and physical interaction are key elements for learning mathematics for 1st to 3rd graders. In the report, we anchor the bodily learning activities in the Norwegian Curriculum, LK20, and in theory related to the research field 'Embodied Learning', and we present principles for the design of the activities. Next, a description of the activities follows. Finally, we give recommendations to teachers related to the regular use of designs for embodied learning in mathematics.