

Dataspill som læringsverktøy

Utvikling av et matematikkspill

Vegard Stengrundet

Master i kybernetikk og robotikk

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Tor Engebret Onshus, ITK

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for teknisk kybernetikk

Oppgavetekst

I denne oppgaven skal det utvikles et læringsverktøy i form av et dataspill. Dataspillet skal bygge på tidligere utviklet teknologi og skal inkludere programvare, samt et fysisk spillebrett hvor man kan legge på brikker.

Spilleksempelen som skal utvikles skal bygge på pedagogisk og didaktisk teori, men også ha et design som tilrettelegger for et motiverende og godt spill.

Forord

Arbeidet med denne oppgaven har endret mitt syn på læring. Mitt syn har gått fra at kunnskap er et grunnlag for forståelse, til at forståelse er et grunnlag for kunnskap. Det å prøve og lære seg noe man ikke kan skape en relasjon til, kunnskap som er helt segregert fra andre koblinger i hjernen, er veldig vanskelig. I tillegg vil dette også kunne resultere i kunnskap som mangler fleksibilitet. Den instrumentelle kunnskapen man ender opp med kan kun brukes til akkurat det man har lært å bruke den til. Et typisk eksempel er en formel i matematikk. Man lærer seg formelen, lærer seg visse kjennetegn som tilsier at man skal bruke den og vips, så kan man få en god karakter på neste prøve. Hvis man derimot støter på et problem som ikke er helt likt blir man stående fast.

Det har gått opp for meg hvor dårlig mye av undervisning jeg har fått var, spesielt i løpet av ungdomsskolen og videregående. Når jeg tenker tilbake husker jeg ekstremt lite av det skolematerialet vi pugget og hadde prøver om. Den kunnskapen som jeg fortsatt husker godt er kunnskapen jeg tillegnet meg før skolegang og i barneskole. Da var jeg interessert, nysgjerrig og utforsket naturen rundt meg, ville vite hvordan verden fungerte. Denne nysgjerrigheten forsvant i løpet av skolegangen og kom ikke tilbake før sent i mastergraden. Jeg skylder på et for stort karakterfokus, samt undervisning fokusert på instrumentell kunnskap og ikke forståelse. Jeg må presisere her at det finnes unntak, at til og med jeg har opplevd god undervisning. Dessverre er dette heller unntaket enn regelen.

Jeg tror at teknologien kan være et veldig hjelpsomt verktøy for å dyrke forståelse, med dens muligheter for å konkretisere abstrakte begreper og lage en verden hvor kunnskapen har verdi. Dessverre, fra min egen erfaring, brukes teknologi i læring ofte på en verdiløs måte. Teknologi i læring bør ikke være et mål i seg selv, målet bør være å legge til rette for bedre læring. Det å modernisere gangestykkene ved å løse de på data istedenfor med blyant er verdiløst. Jeg tror teknologien kommer mer til rette hvis man bruker den som et mellomledd mellom det abstrakte og den virkelige verden. Ved å forenkle oppbyggingen av forbindelser mellom ulike typer kunnskap kan det tilrettelegges for læring.

Da jeg startet arbeidet med oppgaven var jeg fortsatt preget av det forenklede

synet på læring, som jeg nå har konkludert med er feil. Dette preger det systemet jeg utviklet, og hadde jeg startet på nytt nå ville jeg gjort det aller meste annerledes. Veien fram til mitt nye syn på læring har allikevel vært meget lærerik, selv om troen på mitt eget system gradvis svant hen.

Summary

There would be natural, in a society where technology is ubiquitous, to also use it for learning purposes. Technology can concretize abstract subjects, make understanding possible and facilitate learning.

In this thesis the focus is on computer games, and specifically learning games. Learning games is in this thesis defined as computer games with a specific focus on learning in a given subject. Learning games are often flawed as either a computer game, or as a tool for learning. Learning games can be boring and suboptimally developed, or they can be fun and good games, but with suboptimal learning outcomes. In this thesis an overview is made over what is necessary to make a learning game where both the game and the learning works.

A game design, based on an already developed technology, was made. An example game was developed based on this design. The game design and example game was then compared with pedagogical and didactic theory, and later evaluated.

The developed game has an acceptable design, but fails as a tool for learning. The problems the player needs to solve boils down to assignments, which does not facilitate understanding and learning. A learning game without a good learning outcome cannot be accepted as a satisfactory solution.

Sammendrag

I et samfunn hvor teknologien er allestedsnærværende vil det være naturlig og også utnytte den for læring. Teknologien kan konkretisere abstrakte emner, muliggjøre forståelse og legge til rette for læring.

I denne oppgaven fokuseres det hovedsakelig på dataspill, og spesifikt læringsspill. Læringsspill defineres i denne oppgaven som dataspill med fokus på læring av gitte emner. Ofte oppleves det at læringsspill har mangler enten som dataspill, eller som læringsverktøy. Læringsspillene kan være kjedelige og suboptimalt utviklet, eller de kan være gode og motiverende spill, men med et dårlig læringsutbytte. I denne oppgaven forsøkes det å kartlegge hva som skal til for å lage et læringsspill hvor både spillet og læringen fungerer.

Med en tidligere utviklet teknologi som grunnlag ble det utviklet et spilldesign. Basert på dette designet ble det videre utviklet et eksempelspill. Spilldesignet og eksempelspillet blir sammenlignet med den pedagogisk og didaktisk teorien, og blir deretter evaluert.

Spillet som ble utviklet har et akseptabelt spilldesign, men feiler som læringsverktøy. Oppgavene spilleren må løse koker ned til oppgaveløsning, noe som ikke legger til rette for forståelse og læring. Et læringsspill uten et godt nok læringsutbytte kan ikke aksepteres som en tilfredstillende løsning.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
1.1	Bakgrunn	3
1.2	Mål	4
1.3	Rapportens struktur	4
2	Teori	7
2.1	Læring	7
2.1.1	Semiotiske domener	9
2.1.2	Aktiv og kritisk læring	10
2.1.3	Identitet	11
2.1.4	Praksis og progresjon	11
2.1.5	Mikroverdener	12
2.2	Læring i dataspill	13
2.2.1	Aktiv og kritisk læring i dataspill	13
2.2.2	Identitet i dataspill	13
2.2.3	Praksis og progresjon i dataspill	14
2.3	Teknologi og læring	15
2.3.1	Computational Thinking	15
2.3.2	LOGO	16
2.3.3	LOGO og Computational Thinking	18
2.4	Spilldesign	23
2.4.1	De fire elementer	25
2.4.2	Historie	26
2.4.3	Estetikk	27
2.4.4	Mekanikk	28
2.4.5	Tema	30
2.4.6	Målgruppe	30
2.4.7	Flow og fokus	32
2.4.8	Motivasjon	33
2.4.9	Balanse	35
2.4.10	Puslespill	43
2.4.11	Åtte spørsmål	45
3	Prototype	47
3.1	Teknologi	47
3.2	Spilldesign	49

3.2.1	Tema	49
3.2.2	Teknologi	49
3.2.3	Historie	50
3.2.4	Estetikk	51
3.2.5	Mekanikk	52
3.2.6	Læring	57
4	Resultat	59
4.1	Konfigurasjon	59
4.2	Eksempelspill	59
5	Diskusjon	65
5.1	Spilldesign	65
5.2	Læring	66
5.3	Komplett system	68
6	Veien videre	69
7	Referanser	71

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I et samfunn hvor teknologi og data er en del av hverdagen vil det være naturlig og også bruke teknologi for læring og undervisning. Det er allikevel viktig at teknologi i læringssammenheng et verktøy for å nå et større mål, ikke et mål i seg selv. Ineffektive læringsmetoder forblir ineffektive selv om man legger til teknologi. Det er ikke en stor forskjell i å løse en rekke gangestykker ved å skrive inn svaret på data istedenfor på papir. Istedenfor kan teknologi, spesielt datamaskiner, brukes for å virkeligjøre og konkretisere emner som kan virke abstrakte og uforståelige for elever. For at læringsteknologi skal fungere må den bygges på et stabilt læringsgrunnlag.

Dataspill er et teknologisk virkemiddel som kan brukes for å gi verdi til det elevene lærer og skape motivasjon. Det kan skape en verden hvor kunnskapen er nyttig og konkret. Mye av kunnskapen man lærer på skolen er abstrakt og føles unyttig. Eksempelvis vil Newtons lover være abstrakte og i strid med intuisjonen når man først møter på dem. Dytter man et objekt vil det ikke fortsette med samme hastighet ut i uendeligheten. Ved å lage en simulert verden kan den virkelige verdens kompleksitet forenkles. Det kan legges til rette for utforskning, utprøving og dyrking av forståelse.

I likhet med annen teknologi må dataspill ha et solid læringsgrunnlag, men også i tillegg være et godt dataspill i seg selv[14]. Læringsbidraget er minimalt hvis læringen er dårlig tilrettelagt, uansett hvor morsomt og motivierende spillet er. I tillegg vil et læringsspill som ikke motiverer og ikke er morsomt blokkere for læringen spillet er ment å dyrke. Et godt læringsspill bør i praksis kunne dyrke læring hos brukeren uten veiledning og tilrettelegging av lærer eller instruktør, samt ha en verdi som spill i seg selv. Et godt læringsspill krever derfor begge deler, både et godt læringsgrunnlag og et godt design.

Sentralt for et læringsspill er også innholdet som skal læres. I matematikkundervisning har det vært en tradisjon for å fokusere på beregninger. Conrad Wolfram, direktør for Wolfram Alpha, sier at arbeid med matematikk består av fire steg[1]:

- Stille et spørsmål

- Gå fra den virkelige verden til en matematisk modell
- Utføre en beregning
- Gå fra modellen tilbake til den virkelige verden og verifisere svaret

Wolfram sier videre at omtrent 80% av matematikkundervisningen fokuserer på steget ”Utføre en beregning”, som er det steget som i arbeidslivet utføres av datamaskiner. Fokuset bør flyttes fra beregninger til de tre andre stegene. Oppgaveløsning bør byttes ut med problemløsning, hvor problemene er relevante, praktiske og konseptuelle.

1.2 Mål

I denne oppgaven presenteres bakgrunnsstoff for hva som kreves av et læringsspill. Som et eksempel blir det utviklet en prototype av et læringsspill som blir evaluert på bakgrunn av den dokumenterte teorien. Spillet skal vurderes både som dataspill og læringsverktøy.

Teknologien til prototypen ble utviklet i prosjektoppgaven som kom før denne oppgaven[15]. Videre spilldesign og utvikling baseres på denne teknologien. Teknologien består av et sett med fysiske spillebrikker og et spillbrett som kobles til datamaskinen. Spilleren løser oppgaver gitt på datamaskinen ved å legge brikker på spillbrettet. En mer detaljert beskrivelse av teknologien kan finnes i prosjektrapporten.

Spillet som utvikles skal fungere som et demonstrasjonsspill, et utkast av et eventuelt endelig spill. Spillet skal kunne føre til læring og forståelse uten tilretteleggelse og forklaring fra en lærer. Det skal utvikles et utkast til et spilldesign for sikre at både læring og motivasjon blir tilrettelagt.

1.3 Rapportens struktur

I kapittel 2 finnes rapportens teorigrunnlag. Delkapittel 2.1 omhandler læring generelt og 2.2 beskriver hvordan dataspill utnytter læringsteori. I 2.3 beskrives et eksempel på et fungerende læringssystem, LOGO. Videre vises det hvordan dette læringssystemet legger til rette for utvikling av nye tenkemåter og tankemønstre. Delkapittel 2.4 inneholder en beskrivelse av og virkemidler for

et godt spilldesign.

Kapittel 3 beskriver den fysiske prototypen, samt et utviklet spilldesign.

I kapittel 4 finnes resultatet. Her beskrives eksempelspillet og hvordan dette fungerer.

I kapittel 5 blir eksempelspillet sammenlignet med teori fra kapittel 2 og blir evaluert.

Veien videre, i kapittel 6, beskriver hvilke tiltak som bør gjøres for å utvikle læringsspill.

2 Teori

2.1 Læring

Før trodde man at man ble født med en hjerne, et sett med hjerneceller, som ikke kunne forandre seg så mye. Nyere forskning viser at hjernen er plastisk[5]. Når man lærer noe vil hjernen lage en ny kobling. Hvis det er dyp læring vil koblingen vare, mens koblingene etter overfladisk læring kan bli borte etterhvert. Nye koblinger skjer ikke kun ved undervisning, men også ved samtaler, lek, utforskning og mange andre aktiviteter.

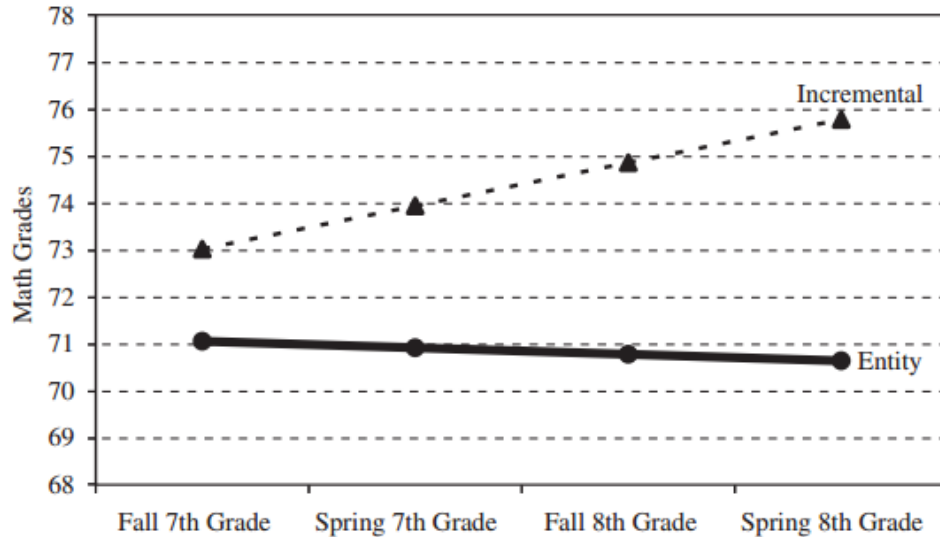
”Anything is easy if you can assimilate it to your collection of models. If you can’t, anything can be painfully difficult” – Seymour Papert.

Papert sier at suksessfull læring skjer på samme måte som et barn lærer å snakke, en prosess som skjer uten struktur og tilrettelagt undervisning[11]. Læring handler om å utvide det nettverket man allerede har i hodet. Læring av noe som er relatert til noe man allerede kan er mye enklere enn å lære noe som er segregert fra nettverket.

Barn er i utgangspunget gode i læring¹ lenge før de kommer på skolen. Uten å få undervisning tilegner de seg store mengder kunnskap. Intuitivt bedriver barn sin egen forskning ved hjelp av hypotesemetoden. Noe ukjent vil få barnet til å formulere en hypotese for så å teste den ut. Hvis den ikke stemmer vil den forkastes og en ny hypotese vil prøves ut. Hvis hypotesen stemmer vil den aksepteres og settes i sammenheng med allerede tilegnet kunnskap. Muligens må tidligere akseptert kunnskap modifiseres for at det skal passe inn i det nye systemet.

I skoleundervisning blir mye lærdom utsatt i flere år og må læres med spesifikk undervisning. Dette kan være fordi stoffet er for komplekst, men også fordi stoffet er ukjent. Antar man at et ukjent stoff er grunnen, vil dette være fordi man mangler kunnskap man kan relatere den nye kunnskapen til. Eleven kan også ha fått en ”blokkade” for de ressursene han trenger, enten gjennom dårlige erfaringer, eller negativ påvirkning fra samfundet. Papert

¹Her menes læring som i en selvstendig aktivitet, ikke tilegning av kunnskap fra en lærer eller liknende



Figur 1: Forskjellen i progresjon mellom elever med et dynamisk og statisk tankesett[4].

påpeker at barn vokser opp i et samfunn hvor man blir klassifisert etter egenskaper. Feiler man i et domene kan man bli definert, av en selv og andre, som en som er dårlig i et gitt emne.

Boeler sier at hvis hjernen skal kunne utvikle seg må eleven ha riktig innstilling[5]. Man skiller mellom elever med statisk og dynamisk tankesett. De med et statisk tankesett tror at man er enten god eller dårlig i noe, og at det ikke er mulig å endre dette. I motsetning vil en med et dynamisk tankesett jobbe for å forbedre seg og tro at forbedring er mulig. Gjennom skolegangen vil elever med et statisk tankesett ikke utvikle seg og prestere signifikant dårligere enn elever med et dynamisk tankesett, se Figur 1. Det å tro at man er smart er også et statisk tankesett, og fører til at elever ofte tar minste motstands vei.

Elever kan få et statisk tankesett ved erfaringer og påvirkninger fra skole og samfunn. Skryt fra foreldre og lærere kan føles positiv i øyeblikket, men hvis de feiler senere blir fallet høyere. Skryt kan også spontant påvirke elevenes tankesett negativt[8]. 400 elever ble gitt en prøve som nesten alle mestret. Halvparten av elevene ble fortalt at de ”var veldig smarte”, mens den andre

halvparten ble fortalt at de ”hadde jobbet bra”. De fikk så valget mellom en enkel og en vanskeligere prøve. Flesteparten av de som ble fortalt at de ”var veldig smarte” valgte den enkle prøva, mens 90% av de som ble fortalt at de ”jobbet bra” tok den vanskelige.

Blokkader og et statisk tankesett hindrer elever i å oppnå ferdigheter som ellers ville vært oppnåelige. Boeler sier at for 95% av elevene er alle nivå av matematikk oppnåelig. De 5% dette ikke gjelder er spesialtilfellene med spesifikke læringsproblemer. Hun sier at ikke alle er født med samme hjerne, men at forskjellene fra fødselen av blir kraftig overskygget av hjernens muligheter for vekst og utvikling.

For å oppnå suksessfull læring i undervisning definerer Papert tre uttrykk: kontinuitet, styrke og kulturell resonans. Kontinuitet i undervisning spiller på at kunnskap man kan relatere til kunnskap man allerede har er mye lettere å lære. Det man lærer bør også gi eleven muligheter til å utøve personlig interessante prosjekter som ikke kunne ha blitt utført uten denne kunnskapen. Til slutt bør kunnskapen ha en kulturell resonans, ha en verdi i en større sosial kontekst.

2.1.1 Semiotiske domener

I sin beskrivelse av læring bruker Gee begrepet semiotiske domener[7]. I et semiotisk domene har et symbol, ord, eller en annen modalitet en distinktiv betydning. I fysikken vil ”kraft” ha en distinktiv betydning, mens i styrkeløfting vil ”kraft” ha en annen distinktiv betydning. I hvert semiotiske domene kan man være ”litterær” ved å kunne lese og forstå, og/eller skrive og produsere. Litterær i et domene må ikke forveksles med generelle skrive- og leseferdigheter. En musiker kan være analfabet, men fortsatt være litterær i sin sjangers semiotiske domene. Fra innsiden av består domenet av elementer som er tilknyttet hverandre i forskjellig grad. Fra utsiden av er domenet måter å tenke, oppføre seg på og det som utgjør identiteten til medlemmene av domenet.

Semiotiske domener har en designgrammatikk. Den innvendige grammatikken, i domenet sett fra innsiden, er de prinsipper og mønstre som kan bli identifisert som enten akseptabelt eller ikke akseptabelt innhold innad i domenet.

Den utvendige grammatikken, i domenet sett fra utsiden, er de prinsipper og mønstre i sosial praksis som kan bli identifisert som enten akseptable eller ikke akseptable. Grammatikken til et domene er gjerne dynamisk og kan endre seg over tid.

Alle semiotiske domener, og deres innvendige og utvendige grammatikk er menneskeskapt. Domener skapes når en interesse oppstår, og man får et samfunn tilknyttet dette. Domenet utvikler seg, men får også begrensninger. Noe blir akseptert innad i domenet, mens noe annet blir avvist. Den innvendige grammatikken utvikler seg, får en retning og blir gjenkjenbar for medlemmer av domenet.

For å oppnå en forståelse av den innvendige grammatikken kreves ekte forståelse, ikke listekunnskap. Listekunnskap fungerer som en mental liste hvor hvert element er segregert fra andre elementer. Hvis man skal finne ut om et maleri er i en gitt stil vil man søke gjennom listen for å se om maleriet er registrert. Problemene kommer når man skal avgjøre om et nytt maleri, som ikke står på listen, er i den gitte stilen. For å plassere nye verk kreves en forståelse av stilen i seg selv. Listekunnskap har heller ingen overføringsverdi mellom forskjellige domener. For å forstå hva den utvendige grammatikken i et domene er, må man, blant annet, kunne si hvilken identitet medlemmer tar på seg når de operer i det gitte domenet. Man må kunne vite hva som regnes som verdifulle sosiale handlinger, og hva som er akseptert oppførsel. Man må kunne si hva tenkning, samhandling og verdier er i domenet.

2.1.2 Aktiv og kritisk læring

Gee sier at aktiv læring er en motsetning til passiv læring. Et eksempel på passiv læring er tavleundervisning hvor en lærer er kilde til all informasjon og deler denne med de passive elevene. For å oppnå aktiv læring kreves involvering av elevene på en mer direkte måte. I aktiv læring er en lærer en tilrettelegger for forståelse, ikke en kilde for informasjon. I aktiv læring blir eleven en del av den gitte verdenen og vil bruke språk og symboler forenelig med det semiotiske domenet. I praksis betyr dette at i en kjemitime vil en elev fungere som en forsker, ikke en som kun lærer om forskning.

Kritisk læring krever å kunne behandle semiotiske domener som noe som

både kan påvirke, samt påvirkes. Et metaperspektiv på hva det semiotiske domenet innebærer. Denne påvirkning, i begge retninger, kan skje ubevisst ved aktiv læring. Bevissthet og refleksjon er et krav for kritisk læring.

2.1.3 Identitet

Gee sier at all læring i et sematisk domene innebærer å ta på seg en ny identitet, som samsvarer med den utvendige grammatikken, for så å koble dette til den opprinnelige og ”ekte” identiteten. Hvis man skal utføre et forsøk på skolen tar man på seg en identitet som en forsker (hvis ikke blir læringen passiv). Vanskelighetsgraden av å ta på seg en ny identitet er avhengig av kontrasten til den ekte identiteten. En elev med forskerforeldre, som har vokst opp med et syn på at vitenskap er noe det er naturlig å drive med vil enkelt ta på seg en identitet som forsker i et biologiforsøk. I motsetning vil en elev som har vokst opp i et strengt kreasjonistisk miljø ha større problemer med å ta på seg den nye identiteten. Det å ikke like et fag, eller ha definert seg selv som dårlig i et gitt fag, kan også obstruere villigheten til å ta på seg en ny identitet.

For å oppnå læring i et semiotisk domene må man sette av tid, krefter og engasjere seg. Ved å se seg selv i en ny identitet, en identitet som kan verdsette og lære i det gitte domenet, kan man oppnå læring. For å oppnå læring må man deretter kunne bygge en bro mellom den nye, virtuelle identiteten, og den ekte. For å kunne bygge en bro må man være innstilt på å prøve, legge ned tid og energi, samt oppleve en meningsfull suksess.

2.1.4 Praksis og progresjon

For å kunne mestre noe må man øve på det man har lært i praksis. Mestring handler ikke bare om å kunne, eller forstå, men også om å ”gjøre”. Uten praksis vil stoffet man lærer på skolen være instrumentell kunnskap uten sammenheng. En meningsfull praksis krever at stoffet blir satt i en sammenheng som har verdi for eleven.

I tillegg til å utføre det man lærer i praksis mange ganger, må man også legge til rette for progresjon. Ved å utføre noe mange ganger kan man lære

seg et mønster som fungerer, men en progresjon i vanskelighetsgrad vil så føre til at man må bryte opp mønsteret og lære videre. Uten progresjon i vanskelighetsgrad vil handlinger automatiseres i den grad at man slutter å reflektere, og belønningene man eventuelt får mister sin verdi.

Grunnleggende og fundamentale kunnskaper bør ikke tilegnes utenfor kontekst. De bør læres ved å engasjere seg i det gitte domenet, og må ses på som en del av domenet. Hvis man kun lærer (passivt) om dans vil man ikke bli en god danser. Man må praktisere dansen for å oppnå mestring og læring.

2.1.5 Mikroverdener

Ny kunnskap kan ofte være i strid med allerede tilegnet kunnskap. Kunnskap som antar ideelle forhold kan ofte være i strid med ens eget inntrykk fra den virkelige verden. Hvis man dytter en boks vil den ikke fortsette med konstant hastighet i all evighet. Dette kan forklares med Newtons lover, men kan legge et hinder for den intuitive forståelsen av fysikken. Newtons lover blir derfor vanskelig å relatere til tidligere kunnskap. Den Euklidske geometrien er basert på et punkt, som er noe uten størrelse, men som allikevel er den grunnleggende byggesteinen i geometriske figurer. For en elev kan dette oppfattes som noe veldig abstrakt, og derfor også være vanskelig å relatere til den virkelige verden.

Papert introduserer her konseptet mikroverden[10]. En mikroverden er et subset av en verden, konstruert eller virkelig, som tilrettelegger for læring i et gitt domene. En mikroverden er en verden hvor kunnskapen man lærer gir mening, og legger til rette for utforskning og eksperimentering. Mikroverdenen skal være en konkvensfri verden hvor man kan utforske og prøve seg frem uten negativ kritikk eller bedømmelse. En mikroverden er begrenset, men samtidig rik på ting man kan oppdage. Ved å se på små deler av virkeligheten om gangen kan man få en større forståelse for det store bildet.

I praksis kan en mikroverden realiseres i en simulering. En bedre intuisjon om Newtons lover kan tilegnes i et forenklet simulert miljø hvor objekter oppfører seg i henhold til lovene. Motsetning til intuisjonsbygging i en mikroverden er læring via manipulering av formler. En formel, som i seg selv ofte kan virke abstrakt, som igjen beskriver noe abstrakt som ikke stemmer med intuisjo-

nen vil sjelden føre til forståelse.

2.2 Læring i dataspill

2.2.1 Aktiv og kritisk læring i dataspill

For å oppnå aktiv læring må spilleren kunne forstå og gi situasjonelle meninger innad i det semiotiske domenet som spillet utgjør. I Zelda kan spilleren få et verktøy som heter "Clawshot". Clawshot består av en gripmekanisme som spilleren kan skyte ut. Denne mekanismen er så festet til en lenke slik at spilleren kan trekke den inn igjen. I en situasjon hvor spilleren skal få tak i noe som ligger på den andre siden av en kløft kan Clawshot fungere som et verktøy for å trekke til seg ting. I en annen situasjon hvor spilleren skal prøve å komme seg til et platå som det er vanskelig å komme til kan Clawshot fungere som et verktøy for å trekke spilleren opp. I tillegg kan også Clawshot fungere som et våpen, og siden det kan trekkes til seg igjen kan det fungere som et avstandsvåpen som ikke er avhengig av ammunisjon. Her gir spilleren et verktøy med en gitt funksjon flere meninger avhengig av situasjonen.

Det første området man kommer til når man starter et spill er gjerne lyst og avslappende. Når man har utført oppgavene i dette området kan man komme til et område som er mørkere, har annen musikk og generelt virker farligere. Spilleren vil som regel anta at spillet nå blir vanskeligere, og at han kanskje må revurdere eventuelle strategier som fungerte i det første området. Dette innebærer refleksjon om hvordan spillets domene fungerer fra innsiden av. Det nye området blir ikke sett på som noe helt nytt, men i relasjon til det første området. Ved interaksjon med andre kan også domenet fra utsiden av utforskes og reflekteres over.

2.2.2 Identitet i dataspill

Dataspill er et godt eksempel på hvordan identiteter fungerer i læring. I læring er det tre identiteter som fungerer samtidig, den virtuelle, den ekte og den projektive. Hvis man spiller et rollespill på data er den karakteren man spiller den virtuelle identiteten. Den ekte identiteten er spilleren selv, en ikke-virtuell person som spiller et spill. Den tredje identiteten er den pro-

jektive, som er et grensesnitt mellom den ekte og virtuelle.

Når man spiller et rollespill er det vanlig å lage sin egen karakter, utvikle denne etterhvert som man spiller, samt ta valg som vil ha konsekvenser. Både den ekte og den virtuelle identiteten, i det gjeldende øyeblikk, har fastsatte egenskaper og begrensninger. Akkurat som den ekte identiteten er den virtuelle dyktig på visse områder, og mindre dyktig på andre. Den projektive identiteten er den identiteten den ekte vil at den virtuelle skal ha. Den projektive identiteten hører til både den ekte og virtuelle, og er et grensesnitt mellom dem. Hvis man får den virtuelle karakteren til å gjøre en handling som "føles feil", er det den projektive identiteten som feiler. Egenskapene og følelsene til den virtuelle karakteren går utenfor grensene til spillet og entrer en verden spilleren har laget selv.

Den tredelte identiteten sørger for en sterkere identifikasjon med karakteren enn man får i bøker og film. Forskjellen ligger i at spillerens forhold til karakteren er aktivt samt refleksiv. Med refleksivt menes det at valg spilleren tar for den virtuelle karakteren setter grenser for hva man kan gjøre i spillet.

Når man spiller dataspill inntar man en ny identitet i det semiotiske domenet dataspillet representerer. Det er få blokkader for å se seg selv i en ny identitet fordi dataspill oppfattes som en frivillig og morsom aktivitet. Et dataspill kan også stille mindre krav til allerede tilegnede ferdigheter og evner, og dermed unngå negative effekter ved klassifisering av å enten være god i "noe" eller dårlig. Dataspill gir ofte spilleren konkrete og tydelige bevis på progresjon, i en eller form for belønning, slik at et dynamisk tankesett er naturlig. I tillegg vil et konsekvensfritt miljø legge til rette for utforskning og utprøving. Alle disse forholdene legger til rette for å enkelt ta på seg en ny identitet, og dermed også for aktiv og kritisk læring.

2.2.3 Praksis og progresjon i dataspill

Dataspill motiverer spilleren til å utføre det man har lært i praksis, mange ganger, slik at man kan oppnå mestring. En økning i vanskelighetsgrad vil så føre til at man må bryte dette mønsteret for å ha progresjon. Alt man lærer i et dataspill har en verdi i spillverdenen. Ved at det man lærer har en så direkte tilknytning til spillverdenen og dens oppgaver, gjør at all læring

føles nyttig og nødvendig for å lykkes.

I et dataspill er praksisen ofte spillet i seg selv. Læringen er integrert i spillopplevelsen og er ikke noe man lærer først, for så å praktisere. Kunnskapen tilegnes i kontekst og lagt opp etter progressiv vanskelighetsgrad.

2.3 Teknologi og læring

2.3.1 Computational Thinking

Computational Thinking er et tankemønster og tenkemåte som bruker teknikker fra datateknikk for å bedre forstå verden[6]. Programmering er ikke et krav for Computational Thinking, men det er grunnprinsippene i programmering og datateknikk som brukes for forståelse og problemløsning. Computational Thinking er en tankeprosess basert på logikk som muliggjør tenkning i form av algoritmer, dekomponering, generalisering, mønster, abstraksjoner, representasjoner og evaluering. Computational Thinking er et verktøy for å forstå den allestedsnærverende teknologiske verdenen man vokser opp i dag, men er også et verktøy for generell problemløsning.

Logikk

Med logikk gir man mening ved å analysere og bruke tidligere erfaringer for å komme med hypoteser, for så å enten verifisere eller forkaste disse. I programmering brukes logikk spesielt under debugging. Ved å analysere kan man komme med en hypotese på hva problemet er, komme med mulig korleksjon, for så å teste igjen.

Abstraksjon

Abstraksjon er et verktøy for å forenkle visualiseringen av problemer. Dette oppnås ved å fjerne unødvendig informasjon som kun vil komplisere bruken. I programmering kan unødvendig informasjon abstraheres bort i funksjoner. Et ikke-datateknisk eksempel kan være et kart. Et kart vil gjerne kun vise den nyttige informasjonen for brukeren, og ikke inkludere unyttige detaljer som gjør bruken mer kompleks.

Evaluering

Evaluering handler om å verifisere at den løsningen man har kommet til

fungerer og er akseptabel. Forskjellige problemer har forskjellige evalueringskrav. For noen problemer kan det være kritisk at det tallet man får som resultat er så nøyaktig som overhodet mulig, mens for andre problemer kan det være viktigere at utregningen skjer raskt nok. I noen tilfeller finnes det heller ingen ideel løsning, så man må komme til et best mulig kompromiss. Det å kunne evaluere en løsning krever derfor en god forståelse av problemet.

Algoritmisk tenkning

Ved algoritmisk tenkning finner man en løsning ved å finne klart definerte og sekvensielle steg. En algoritme er en løsningsmetode som alltid fungerer på ett, eller flere liknende, problemer. Det menes ikke her å bruke kjente algoritmer, men å kunne oppdage og lage algoritmer for problemer selv. Algoritmisk tenkning betyr å tenke sekvensielt for forståelse av situasjoner og problemer.

Dekomponering

Dekomponering handler om å tenke på sammensatte systemer som et sett av komponenter. Man kan så fortsette å bryte opp disse komponentene. De komponentene man står igjen med er enklere enn det sammensatte systemet og er lettere å forstå. Dette gjør forståelsen av det sammensatte systemet enklere, samt forenkler utviklingen av et eget system.

Generalisering

Generalisering handler om å se sammenhenger, mønstre og koblinger. Ved å kjenne igjen mønstre fra tidligere problemer kan man enklere løse andre problemer. Hvis man klarer å definere hva som er likt og hva som er forskjellig, kan man redusere problemet til det som er forskjellig. I programmering kan man se at deler av et nytt problem kan løses ved hjelp av tidligere utviklet kode, for så å separere ut den nyttige koden og være godt i gang med løsningen.

2.3.2 LOGO

LOGO er et programmeringsspråk for barn som ble utviklet av Wally Feurzig og Seymour Papert[2]. LOGO er et språk som er spesialisert for læring og fokuserer på interaktivitet, modularitet, muligheter for utvidelse og fleksibilitet. LOGO er et general-purpose språk, men er mest kjent for ”Skildpaddegrafikk”. Nyere språk som Etoys og Scratch er inspirert av LOGO.

LOGO er implementert som et tolket (interpreted) språk (med noen få unntak; noen versjoner bruker en kompilator)[3]. Dette forenkler debuggen, siden man får feedback fra systemet rett etter at kommandoen er skrevet.

Modularitet og muligheter for utvidelse oppnås ved å legge til rette for implementasjon av prosedyrer. Implementasjon av prosedyrer utvider vokabularet ved å lære datamaskinen nye ord ved hjelp av ord den allerede kan. Tanken bak er at dette skal fungere på en liknende måte som når man lærer seg et muntlig språk.

Filosofien bak LOGO-språket er at studenter lærer best ved å bygge og konstruere den kunnskapen de selv trenger, istedenfor å ha en lærer som dikterer hva man skal lære. Det er viktigere for elevene å lære seg å tenke og løse problemer. Grunnleggende evner skal ikke læres i et isolert miljø, men kobles til den virkelige verden som eleven lever i. Elever må lære seg å analysere problemer, uten forhåndsdefinerte svar, og komme på egne kreative løsninger. Utviklerne av LOGO mente at utviklingen av denne type egenskaper var det som kom til å skille de moderat suksessfulle og de verdensledende.

Ifølge Seymour Papert handler ikke bare matematikk om mer enn å kunne et sett med formler, men også om mer enn forståelse. Det å være en matematiker handler om å "gjøre" matematikk[9]. LOGO ble laget for at elevene skulle kunne være matematikere, istedenfor å kun lære om matematikk. I tillegg mente Papert at kreativitet er en del av matematikken, og er noe som ofte blir oversett eller undertrykket.

Hånd i hånd med kreativitet går oppdagelse. Det er viktig her å understreke at oppdagelse ikke er det samme som gjenoppdagelse. Med gjenoppdagelse menes det å få elevene til å følge en gitt rute for å gjenoppdage noe det har tatt matematiske genier en årrekke å oppdage. Med ekte oppdagelse menes det å, ved frie tøyler og kreativitet, oppdage noe som interesserer og utvikler forståelsen av matematikkens verden.

2.3.3 LOGO og Computational Thinking

For å enklere beskrive hvordan Computational Thinking kan læres vil LOGO bli brukt. ”Skildpaddegrafikk” er det som benyttes her som illustrerende eksempel.

I ”Skildpaddegrafikk” styres en skildpadde ved hjelp av enkle grunnleggende kommandoer. Skildpadden kan enten være en fysisk skildpadderobot, eller en tegning på en dataskjerm. Skildpadden kan gå fremover(FORWARD) og bakover(BACK), samt endre retning(LEFT, RIGHT). Den har også andre enkle kommandoer som PENDOWN, som gjør at det nå trekkes en strek hvor skildpadden går, og PENUP trekker pennen opp igjen. Programmeringen skjer i realtime, så kommandoene man skriver skjer etterhvert som man skriver.

Eksempelet som blir brukt her er hentet fra ”Papert – Teaching Children to be Mathematicians” [9].

```
PENDOWN  
FORWARD 100  
RIGHT 60  
FORWARD 100  
BACK 100  
LEFT 120  
FORWARD 100
```



Figur 2: PEACE

Her vil skildpadden gå 100 enheter fremover, snu 60 grader, gå 100 enheter bakover, snu seg 120 grader mot høyre og gå 100 enheter fremover. Kom-

mandoene over vil være starten på et peace-merke, se Figur 2. For å lage en funksjon kan man legge til TO PEACE først, og END på slutten av prosedyren.

```
TO PEACE
1 FORWARD 100
2 RIGHT 60
3 FORWARD 100
4 BACK 100
5 LEFT 120
6 FORWARD 100
END
```

Maskinen har nå utvidet vokabularet med ordet “PEACE”. For å tegne peace-merket trenger man nå bare å skrive:

```
PENDOWN
PEACE
```

For å fullføre peacemerket vil man nå tegne en sirkel rundt figuren. Ved hjelp av de enkle kommandoene kan man tegne en sirkel ved å gå litt framover, rotere litt, og gjøre dette mange ganger.

Man kan definere en sirkelfunksjon som:

```
TO CIRCLE
1 FORWARD 5
2 RIGHT 7
3 CIRCLE
END
```

For å kunne kalle denne funksjonen og lage forskjellige sirkler kan man ta inn parametere. Man noterer seg samtidig at denne funksjonen ikke kun tegner sirkler, men også andre geometriske figurer. For eksempel vil en vinkel på 90 grader tegne et kvadrat:

```
TO CIRCLE :STEP : ANGLE
1 FORWARD :STEP
```

```
2 LEFT :ANGLE
3 CIRCLE :STEP :ANGLE
END
```

Istedenfor å tegne sirkler vil man gjerne ta et steg tilbake og heller lage en prosedyre for å tegne kurver (PIE er her definert i programvaren). I tillegg unngår vi nå at prosedyren fortsetter i en evig loop:

```
TO ARC :DIAM :SECTOR
1 IF :SECTOR=0 STOP
2 FORWARD :PIE*:DIAM
3 RIGHT 1
4 ARC :DIAM :SECTOR-1
END
```

Går man tilbake til peacemerket har man nå det som trengs for å lage en funksjon for et komplett merke, se Figur 3:

```
TO SUPERPEACE
1 ARC 200 360
2 RIGHT 90
3 PEACE
END
```



Figur 3: SUPERPEACE

PEACE kan også endres for å ta inn parametere, slik at man kan lage peace-merker av forskjellige størrelser. ARC kan videre brukes i i andre formål. Her brukes den for å lage et hjerte:

```
TO HEART :SIZE
1 ARC :SIZE/2 180
2 RIGHT 180
3 ARC :SIZE/2 180
4 ARC :SIZE*2 60
5 RIGHT 60
6 ARC :SIZE*2 60
END
```

ARC kan også brukes for å lage nye “byggeblokker”, se Figur 4:

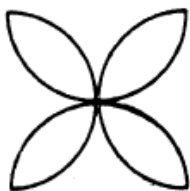
```
TO PETAL :SIZE
1 ARC :SIZE :90
2 RIGHT 90
3 ARC :SIZE :90
END
```



Figur 4: PETAL

PETAL kan så brukes som en byggeblokk for å lage FLOWER, se Figur 5:

```
TO FLOWER :SIZE
1 PETAL :SIZE
2 PETAL :SIZE
3 PETAL :SIZE
4 PETAL :SIZE
END
```



Figur 5: FLOWER

For å kunne lage en sirkel i LOGO vil man dekomponere problemet, og finne ut hva en sirkel egentlig er. Ved generalisering kan man tenke på hva man ville ha gjort hvis man selv skulle gått rundt i en sirkel. Problemet er fundamentalt det samme, og man kan konkludere med at hvis man går litt og litt framover, og snur seg litt hver gang, vil man kunne ende opp med noe som er tilnærmet en sirkel.

Det kan også finnes flere veier til samme løsning. Man har kanskje fra før laget en funksjon som lager polygoner ved å gå en gitt avstand, for så å snu seg en gitt vinkel. Går man en viss lengde og snur seg 90 grader vil man lage en firkant. Går man en lengde og snur seg 45 grader lager man en åttekant. En åttekants form er utvilsomt likere en sirkel enn en firkant. Vil figuren bli likere og likere en sirkel hvis man snur seg mindre for hver gang? Utforskning og utprøving vil resultere i samme løsning som i avsnittet over.

LOGO gir direkte feedback til brukeren i form av grafikk. Hvis man prøver å tegne en figur vil bildet man får på skjermen være avgjørende for om programmet man har laget blir evaluert som suksessfullt. Er den sirkelen man har laget virkelig rund? Er den riktig størrelse? Er den sirkelen man har laget god nok for det formålet den har? Er det i hele tatt en sirkel? Hvis man skal tegne en fotball blir sirkelen sannsynligvis evaluert som god nok, men hvis man skal bruke den i matematiske og nøyaktige utregninger kan sirkelelen bli evaluert som ikke god nok.

Ved å dekomponere den funksjonen man har laget for sirkelen, kan man finne ut at man kan generalisere den til å lage kurver. Ved å ta inn parametere som sier hvor stor radien er og hvor lang kurven skal være kan man abstrahere bort informasjonen en bruker ikke trenger å vite om. En bruker trenger ikke

å vite at man går litt framover for så å snu seg litt, brukeren trenger kun en funksjon som kan lage en kurve med de egenskapene han ønsker. Abstraksjonen kan fortsette ved å lage en funksjon som, for eksempel, bruker kurver til å lage et blad. Brukeren har nå tilgang på en blad-funksjon, og trenger ikke å vite at bladet består av kurver.

Angriper man problemet med å tegne et blad fra andre siden vil man først analysere hva et blad er, for så å dekomponere problemet for å tilrettelegge for utviklingen av en algoritme. Man starter ved å spørre seg selv hva et blad egentlig er. Man kan se for seg at bladformen består av to kurver. Hvis man allerede har kurvefunksjonen har man nå de verktøyene man trenger. Man vil nå utføre oppgavene sekvensielt. Man starter ved å tegne én kurve i en gitt størrelse, for så å snu seg 90 grader og deretter tegne den andre kurven. Ved samme metode kan bryte opp mer komplekse former, lage de verktøyene man trenger, og finne en sekvensiell oppskrift for å tegne det man vil.

Allerede i dette enkle eksempelet har LOGO inkludert samtlige prinsipp for bundet med Computational Thinking. I tillegg til å lære om matematikk kan eleven utvikle tankemønstre og tenkemåter som kan fungere på en stor mengde problemer uavhengig av emne. Logo er ikke ment for å tilegne elevene spesifikk kunnskap, men for å utvikle dem som mennesker.

2.4 Spilldesign

Spilldesign er på overflaten å bestemme hvordan et spill skal være. Dette går ut på å kartlegge hvordan spillet skal fungere, hva som skal skje, hvordan grafikken skal være, og mye mer. En spilldesigner trenger i utgangspunktet ikke å vite noe om teknologien bak, men det kan være en fordel for å ha kunnskap om hva som er mulig å utrette. En spilldesigner kan sammenlignes med en arkitekt. En arkitekt har ikke all kunnskapen en snekker trenger for å fullføre designet, men det er en fordel å ikke lage et design som det er umulig å realisere.

I Schell fokuseres det på at spilldesign handler om å skape opplevelser[13]. Spillet i seg selv er egentlig bare bits i en datamaskin, det som betyr noe er opplevelsen spilleren får. Spillet har ingen verdi hvis ikke folk spiller det. "Hvis et tre faller i skogen, og ingen kan høre det, lager det da lyd?". En

spilldesigner vil ikke bry seg om det fallende treet, det eneste som betyr noe er opplevelsen av å høre det. Hvis ingen hører treet falle så er hendelsen irrelevant.

Spilldesign er ikke en eksakt vitenskap, så det finnes ingen satt struktur man kan følge for å lage det best mulige designet. Det finnes allment aksepterte prinsipper og regler, men spillerrommet er stort. Istedenfor å ha oppskrifter for utviklingen, bruker man verktøy for å kontrollere om designet er bra. I Schell kalles dette "lenses", som oversettes til enten linser eller objektiver. Betydningen vil være den samme uansett oversettelse, at man ser på designet fra en spesifikk synsvinkel.

"People may forget what you said, but they'll never forget how you made them feel." – Maya Angelou

Sentralt for å skape den opplevelsen man ønsker er hva spilleren føler når han spiller spillet. Det kommer ofte til å være en forskjell på hva spilleren føler og hva designeren vil at spilleren skal føle. For å minimere dette gapet bør man prøve å svare på "hvorfor" spilleren føler det han gjør. For å klare dette må designerer stole på den viktigste egenskapen han kan ha, det å "lytte". Med lytting menes ikke trommehinnens gang etter at fysiske bølger treffer den, men å lytte etter den egentlig meningen bak egne og andre sine ord og handlinger.

For å skape den opplevelsen man ønsker må man kartlegge hva som er essensielt for opplevelsen. Hvis man vil replikere en hendelese man selv har opplevd vil den inneholde mange flere detaljer enn det er mulig å integrere i et spill. Man må fjerne det overflødige for så å sitte igjen med essensen av opplevelsen. Hvis man, for eksempel, skal lage et fiskespill kan det være sentralt å prøve og replikere en stemning man selv har hatt på fisketur. Da kan man tenke seg at lyseffekter for å skape en vakker solnedgang og lyder som komplementerer stemningen av ro og natur er sentrale for å gjenskape opplevelsen. Det at man ble våt på beina, fikk myggstikk, eller hadde problemer med å knyte fiskeknuter i mørket er kanskje mindre viktig for å fange essensen.

2.4.1 De fire elementer

Man kan dele opp et spill i fire grunnleggende elementer: estetikk, mekanikk, historie og teknologi. Estetikk er det som er synlig og sansbart for spilleren. Ofte forbinder man estetikk kun med hvordan det ser ut, men herunder går også lyd, lukt, smak og sanser generelt.

Mekanikken står for reglene i spillet og hvilke mål som skal oppnås. Den bestemmer også hvordan spillerne kan nå målet, og gjør spillet interaktivt. Det er mekanikken som skiller spill fra mer lineære underholdningsmedier som bøker og film.

Historien er sekvensen av hendelser som skjer i spillet. I motsetning til bøker og filmer kan denne forgreine seg ut i flere historier avhengig av hva spilleren velger å gjøre.

Teknologien er det som gjør spillet mulig å gjennomføre. Dette trenger ikke å være elektronikk, men kan være penn og papir, eller kortstokk.

Man kan se på sjakk som et eksempel. Estetikk er hvordan brettet og brikkene ser ut og føles. Mekanikken er hvordan brikkene kan bevege seg, slå hverandre og at man skal fange den andre kongen. Teknologien er selve brettet og brikkene, som er nødvendige for at man i det hele tatt kan spille spillet. Historien er det som er mest vagt i et sjakkspill. Sjakkspillet er satt til middelalderen hvor to kjempende parter prøver å oppnå dominans ved å nøytralisere den andre parten. Hvordan historien utvikler seg kan variere fra spill til spill. Kanskje vil bøndene mobilisere et angrep som svekker forsvarsstrukten til den andre parten og tilrettelegger for at de høyere offiserer kan drepe forsvarløse soldaters. Spilletts interaktive natur gjør at historien varierer fra gang til gang.

Alle disse fire elementene henger sammen og er likestilte. Estetikk kan brukes for å fremheve historien, påvirke valget av mekanikk og leves ut gjennom teknologien. Mekanikken må gi mening i den settingen historien setter, fremheves av estetikken og støttes av teknologien. Teknologien er det elementet som muliggjør, men også begrenser de tre andre. Estetikken er den som er mest synlig for spilleren, mekanikken og historien er litt mindre synlig, mens teknologien er den minst synlige. Når man designer et spill er det

viktig å tenke på alle fire elementer og hvordan de harmonerer.

2.4.2 Historie

En viktig del av et spill, og et av ”de fire elementer”, er historien. Historien kan komme frem på to måter, en streng av perler eller spillet som historiemaskin.

I en streng av perler tenkes det at spilleren er på en perle, løser det oppdraget som skal løses for så å bli sendt til neste perle. På tråden mellom perlene vil gjerne spilleren oppleve en film eller animasjon som forteller historien, til han kommer til den neste perlen og får igjen kontrollen. Her er historien ikke interaktiv og vil være den samme for hver gang man spiller spillet. Med spillet som en historiemaskin vil en skape sin egen historie gjennom spillingen. Et eksempel her er Minecraft, som ikke er lineært på noen måte. Det er ikke lagt inn en historie i Minecraft, men handlingene man gjør er en liten historie i seg selv.

For å lage en god historie kan man bruke følgende seks tips:

- **Mål og hinder:** Veldig mange filmer følger den samme oppbygningen. En karakter har et mål, og for å nå det målet må han beseire et hinder. Eksempelvis vil en karrieremann som jakter på drømmejobben kanskje komme i konflikt med familien. Bakgrunnen for historien til et spill bør være basert på samme grunnlag. Et klart mål vil være motiverende og for å nå dette må man beseire hindere, som er selve spillet. Det at hinderne er relatert til det målet man prøver å oppnå vil gi historien en helhet, mens hindere som ikke er relatert på noen måte vil hemme opplevelsen.
- **Autentisk og konsistent:** Når man lager en historie lager man egentlig en verden. Alt som skjer i historien bør passe inn i denne verdenen, ellers vil det ødelegge følelsen av at verdenen er autentisk. Historien er veldig sårbar, så hvis noe ikke føles ekte kan det ødelegge mye mer enn den gjeldende situasjonen.
- **Enkelhet og forsterkning:** En god historie er en forenkling av det

virkelige liv, og med forsterkning menes det at spilleren har mer krefter i spillet enn i virkeligheten. I et krigsspill vil spilleren gjerne være sterkere enn andre (for å lage en interessant spillopplevelse), samt gjerne ha flere liv. En krigssetting er også en forenkling av det virkelige liv, siden mange regler og lover ikke gjelder i krig.

- **Historien kan endres:** Når man utvikler spill kan ofte en endring i historien medføre mindre arbeid enn en endring i mekanikk. Endring i mekanikk vil kreve balansering, mens endring i historie kun krever at endringen føles autentisk.
- **Tilgjengelighet:** Det er viktigere at historien gir mening for spilleren, enn at den korrekt, enten fra et teknologisk eller en logisk synsvinkel. Det er lettere å akseptere "rare" ting i historien hvis det kan kobles til noe spilleren er kjent med fra før.
- **Bruk clichéer:** Det er en grunn til at noe blir en cliché, og det er fordi det fungerer. For mye bruk av clichéer vil ikke være positivt, men smart bruk kan gjøre at spilleren kjenner seg igjen i situasjoner og blir engasjert.

2.4.3 Estetikk

Siden man prøver å skape en opplevelse for spilleren er hvordan spillet ser ut og føles viktig. En god estetikk kan tiltrekke spillere, gi liv til spillverdenen, skape en atmosfære og kanskje demme opp for mindre feil andre steder i spillet.

I dataspill er ikke utseendet det eneste estetiske virkemiddelet, man kan også bruke lyd. Lyden i et spill er sentralt for skapelsen av en atmosfære, samt feedback tilbake til spilleren. En pistol hvor skytingen og lyden av skytingen ikke stemmer overens vil føles forferdelig. Bakgrunnsmusikken i et spill er det ikke alltid sikkert at man legger merke til, men skrur man av den vil man merke hvor kjedelig og platt atmosfæren i spillet blir.

Estetikk kan være et viktig virkemiddel også tidlig i utviklingen av et spill. Bruk av concept art kan gjøre det lettere å formidle idéer og kunne samle et team mot et felles mål. Ved kun bruk av ord vil forskjellige fantasier danne forskjellige bilder. Istedenfor å lese lange kjedelige tekster kan et godt bilde

gjøre det lettere å se for seg den verdenen man har tenkt å skape. God concept art vil motivere både utviklere og spillere.

2.4.4 Mekanikk

Mekanikken til spillet fungerer som skjelettet. Mens spilleren ser overflaten ligger mekanikken i bunn og holder det oppe. Man kan dele det opp i syv hovedkategorier:

- **Rom:** Spillrommet er stedene som kan eksistere i spillet. Spillrommet kan være diskret eller kontinuerlig, ha et antall dimensjoner og ha avgrensede områder som kan kobles sammen. I et sjakkspill vil brettet ha 64 todimensjonale diskrete områder (det spiller ingen rolle hvor i ruten brikken står) som er koblet sammen. I motsetning vil en fotballbane ka at kontinuerlig spillerom.
- **Tid:** I spill er tid en dimensjon som kan manipuleres. I spill som er turbasert er tiden gjerne diskret, mens tiden i racingspill er kontinuerlig. En blanding av diskret og kontinuerlig tid finner man i sjakk, hvor spillet i seg selv har diskret tid, mens klokken på siden som sier hvor mye tid en spiller har igjen er kontinuerlig.

Spill kan legge til rette for direkte manipulering av tid. I flere sportsgrener kan man ta en timeout, som stopper tiden. I strategispill kan man ofte styre hvor fort tiden skal gå, slik at man kan "spole" over perioder hvor det ikke skjer noe. Den vanligste måten å manipulere tid på i spill er ved å spole tilbake. Lagrer man spillet rett før en vanskelig boss, kan man spole tilbake og prøve igjen fra tiden man lagret.

- **Objekter, attributter og tilstander:** Objektene i spillet har gjerne attributter som er informasjoner om det gitte objektet. Attributtene kan være dynamiske eller statiske. Toppfarten til en bil er en statisk attributt, mens hvor mye liv en kriger har igjen er en dynamisk attributt.

Attributtene igjen har tilstander. Attributtene og tilstandene kan tenkes på som objektets adjektiver (eller adverb). En bonde på et sjakkbrett

kan tenkes å ha en bevegelsesattributt med følgende tilstander: "Kan gå to felter", "Kan gå ett felt", "Blokkert" og "Kan slå diagonalt". Ballen i et ballspill kan tenkes å ha de to tilstandene "I spill" og "Død".

- **Handlinger:** Spillmekanikken bestemmer hvilke handlinger en spiller kan utføre. Handlingene kan deles i to kategorier, de grunnleggende handlingene og de strategiske handlingene. I et sjakkspill vil de grunnleggende handlingene være de måtene man kan flytte brikkene. For eksempel kan tårnet flyttes til siden eller framover/bakover, mens løperen kan kun flyttes på diagonalene. De strategiske handlingene er hvordan man kan bruke de grunnleggende handlingene for å oppnå noe i det store bildet. Hvis man setter løperen slik at den angriper to av motstanderens brikker samtidig har man oppnådd en "gaffel". Motstanderen kan, forhåpentligvis, kun redde den ene brikken, slik at man har oppnådd en fordel.
- **Regler:** Reglene er den mest grunnleggende mekanikken. Reglene definerer hvilke handlinger som er aksepterte, konsekvenser for handlinger, tid, rom og objekter. I tillegg vil reglene definere mål.
- **Dyktighet:** Hvor vanskelig et spill er, og hvilke egenskaper en spiller trenger for å mestre spillet, er definert i mekanikken. Vi kan dele opp den dyktigheten en spiller trenger i tre kategorier: fysisk dyktighet, mental dyktighet og sosial dyktighet. De fleste spill krever både fysisk og mental dyktighet, mens sosial dyktighet kreves i spill hvor man enten samarbeider eller konkurrerer.

Fysisk dyktighet omfatter den koordinasjon, styrke og kondisjon man trenger for et gitt spill. Fotball krever stor fysisk dyktighet, mens det i sjakk kan argumenteres for at det kreves mindre. I dataspill vil ofte actionspill og racingspill kreve fysisk dyktighet i at man må bruke kontrollen man har tilgjengelig på best mulig måte.

Mental dyktighet omfatter den tankevirksomheten man trenger for å mestre et spill på best mulig måte. Managerspill, puslespill og andre spill hvor taktikk og strategi er sentralt krever stor mental dyktighet.

Sosial dyktighet er det som kreves for å best slå eller samarbeide med en annen spiller. Den sosiale dyktigheten brukes for å forutse motspillerens neste trekk, eller optimalisere samarbeidet innad i laget. Poker er et spill hvor sosial dyktighet er sentralt, siden man prøver å lese motstanderens hånd og gi et forvrengt bilde av sin egen hånd utad.

- **Sjansse:** Den siste kategorien i spillmekanikken er ”sjansse”. Det å innføre tilfeldigheter inn i et spill gjør det mindre forutsigbart og kan overraske spilleren. Overraskelse er en veldig grunnleggende del av all underholdning. Forutsigbarhet i filmer og bøker forbindes sjeldent med noe positivt.

2.4.5 Tema

For å få utviklet et gjennomført og bra spill bør man finne spillets tema. Har man et fastsatt tema kan beslutninger bli enklere å ta, siden de forskjellige alternativene i et valg gjerne vil bygge oppunder temaet i forskjellig grad. Jobber man for å forsterke temaet vil man alltid arbeide mot et felles mål.

Et tema er hva spillet handler om. Når man har funnet temaet bør man gjøre så mye som mulig for å forsterke dette. Et tema må være tilstrekkelig spesifikt slik at det kan gjøre spillet til én sammenhengende enhet. Hvis temaet er ”Restaurant” vet man ikke hva spillet egentlig handler om. Spillet kan omhandle servitrise, en kokk, eller muligens en sjef som skal styre en restaurantkjede. ”Det stressende livet som kokk” er et mer beskrivende tema og forteller mer om hva spillet handler om. Nå kan man finne musikk og lydspor som bygger oppunder stresset på kjøkkenet og lage god mekanikk som danner en god spilleopplevelse.

2.4.6 Målgruppe

Ved å ha definert en målgruppe kan man tilpasse spillet slik at den gitte gruppen skal like det bedre. Det er spilleren som skal spille spillet, ikke utvikleren, så man må sette seg inn i hva spilleren liker. En målgruppe er en generalisering som ikke trenger å stemme med hvert enkelt individ, men et utviklet spill skal som regel spilles av en stor mengde spillere.

En vanlig generalisering er å skille mellom jente- og guttespillere. Merk at forskjellen på de to kjønnene også er avhengig av alder. Det er ikke så stor forskjell på barn av forskjellige kjønn, men når de kommer i puberten blir forskjellene større.

Gutter:

- Liker mestring
- Gutter liker kompetitive situasjoner hvor de kan vise at de er best.
- Gutter liker å ødelegge ting.
- Gutter er ofte bedre enn jenter på romforståelse (3D-puslespill, for eksempel).
- Prøving og feiling.
- Liker å fokusere på en oppgave om gangen.

Jenter:

- Jenter liker også mestring, men det de mestrer må ha en mening.
- Jenter liker ikke det kompetitive like mye. Det å tape, eller få noen andre til å tape, kontribuerer mer negativt enn det en seier gjør positivt.
- Jenter liker å utforske følelser og dette kan ofte være et mål i seg selv. For gutter vil et følelses aspekt ved et spill kunne gi dybde til en historie, men det vil ikke være et mål i seg selv.
- Jenter liker spill som har en forbindelse til det ekte livet. Gutter har heller en tendens til å foretrekke fantasissettinger. Eksempelvis har The Sims flere jentespillere enn guttespillere.
- Jenter liker spill som omhandler pleiing og omsorg. De liker, muligens av biologiske årsaker, å ta var på dukker og vise omsorg for andre. Det er ofte viktigere å hjelpe de andre på laget enn å vinne.
- Jentene er ofte bedre enn gutter i verbale egenskaper. Blant annet kjøper jenter flere bøker og hovedandelen av kryssordløsere er jenter.
- Mens gutter liker å prøve og feile liker jenter bedre å lære av eksempel.

- Jenter er flinkere enn gutter til å multitaske og arbeide med flere parallelle oppgaver samtidig. Her igjen finner vi The Sims.

Et spill er ikke lineært, slik at man kan lage flere veier til mål. Hvis jenter foretrekker en defensiv spillestil, mens gutter foretrekker en offensiv så kan man legge til rette for at begge metoder fungerer like bra. Ved å implementere fleksibilitet kan man få tilfredsstilt en større målgruppe. I de fleste rollespill kan man velge forskjellige roller, som for eksempel sverdkjemper og prest. Sverdkjemperen vil stå fremst og angripe fienden, mens presten vil stå i bakgrunn og passe på så sverdkjemperen overlever. Ved innføre forskjellige roller har man nå mulighet til å tilfredsstille guttenes offensive preferanser, samt jentenes ønske om å ta vare på medspillere.

Alder og kjønn er bare to muligheter for målgruppedefinering. Alle egenskaper som kan fungere som en generalisering kan brukes for målgrupper. Det kan være faktorer som inntekt, bosted og utdanning, men også mer interne faktorer som ”liker musikk”, ”er glad i dyr” og ”liker racingspill”.

2.4.7 Flow og fokus

Flow, eller flytsone, er en betegnelse på en tilstand av vedvarende fokus, tilfredsstillelse og glede. Dette er en tilstand hvor man glemmer tid og rom, og kan drømme seg vekk. Når man lager spill er målet å holde spilleren inne i denne sonen.

Verktøy for å få spilleren inn i flytsona:

- **Klare mål:** Et klart mål gjør det lettere å holde fokus.
- **Ingen distraksjoner:** Distraksjoner har en negativ effekt på fokus. For å unngå distraksjoner må både hode og hender aktiviseres.
- **Direkte feedback:** Det å få direkte feedback fra knappetrykk vil gjøre det lettere å opprettholde fokus, i motsetning til om man må vente lenge før man ser hvilke resultater inputen gir.
- **Kontinuerlig utfordrende:** Blir spillet for vanskelig kan spilleren bli frustrert og miste motivasjon, men hvis spillet er for enkelt vil det være kjedelig.

For å holde spilleren i flytsonen kreves en god balansering av spillet. Spillet kan ikke være for enkelt, og ikke for vanskelig, men i tillegg må det ta hensyn til at spillerens evner kommer til å endre seg i løpet av spillingen. En løsningen er å gjøre spillet progressivt vanskeligere. Optimalt vil de delene av spillet som er under spillerens nivå kunne gås gjennom raskt, slik at spilleren ikke rekker å bli lei.

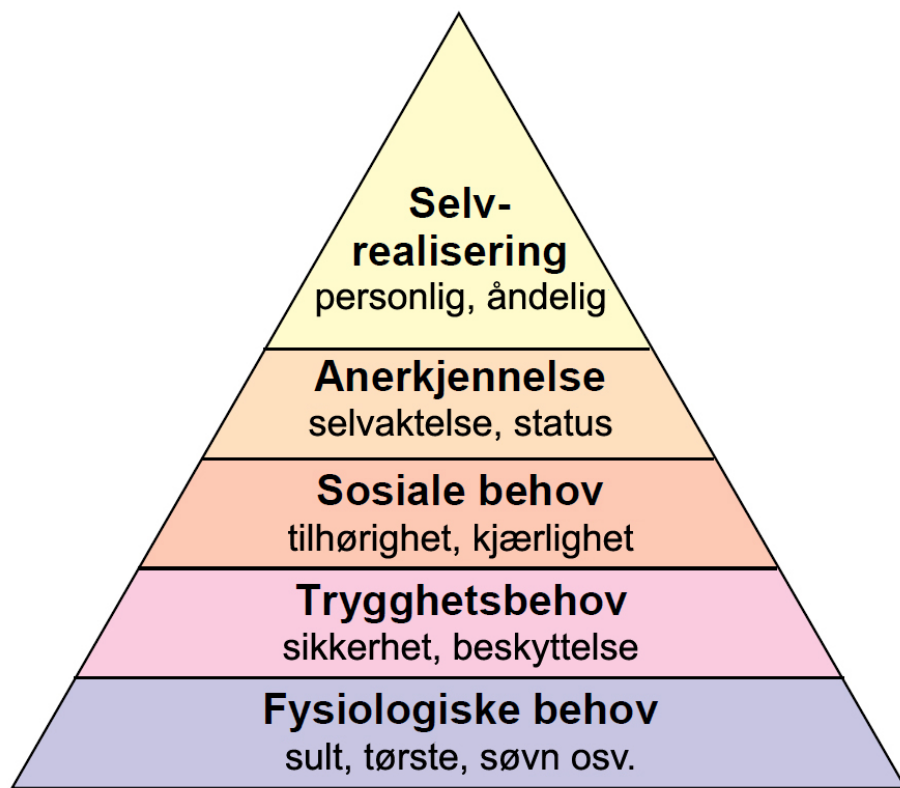
Istedenfor å ha en linær progresjon i flytsonen kan det virke stimulerende å ha litt variasjon innad i sonen. Et spill vil være mer interessant hvis man opplever et litt vanskelig parti, for så å få en belønning for å klare det. Typisk vil belønning gjøre spillet litt lettere før det blir vanskeligere igjen. Utfordringen er her å balansere spilt riktig, slik at det vanskelige partiet ikke blir for frustrerende, og det enkle partiet ikke blir for lett og langvarig.

2.4.8 Motivasjon

All underholdning handler om å få noe, som i utgangspunktet ikke er viktig, til å virke viktig. Motivasjon er basert på behov. Man kan bruke Maslovs behovspyramide som utgangspunkt, se Figur 6. Flere aspekter av dataspill kan tilfredsstille forskjellige behov i Maslovs pyramide. Vi har behov for å føle mestring og oppnåelse, nivå 2 i pyramiden, som ofte er det spill baserer seg på. Dataspill kan også være innom andre nivåer av pyramiden, for eksempel vil overlevelsesspill ofte befinne seg i bunnen av pyramiden.

En av grunnen bak suksessen til Minecraft kan tenkes å være på grunn av dets vide spekter av behovstilfredsstillelse. Minecraft er et overlevelsesspill som starter ved at man må bygge seg en liten bygning for å overleve den første natta (Nivå 5 i Maslovs behovspyramide). Overlever man dette vil man bygge seg et større hus og etterhvert lage seg rustning og våpen (Nivå 4). Etterhvert vil monstrene som dukker opp på natten ikke være så farlige lenger og man kan føle mestring (Nivå 2). Man kan nå begynne å utsmykke huset, bygge imponerende bygninger eller andre strukturer (Nivå 1). Spillet kan også spilles som et multiplayerspill (Nivå 3).

Man skiller mellom indre og ytre motivasjon. Forenklet er indre motivasjon det man har når man "har lyst til å gjøre noe". Noen med indre motivasjon vil gjøre noe kun med aktiviteten som mål, ikke fordi det vil påvirke noe an-



Figur 6: Maslovs behovspyramide[12].

net og eksternt. Ytre motivasjon vil være motivasjon som er påvirket utenfra, som at noen betaler for en tjeneste, man føler noe er viktig eller man har sagt at man skal gjøre noe. I dataspill er de to formene for motivasjon ikke alltid så enkle å skille fra hverandre, men ofte vil poengscore og belønninger regnes som ytre motivatører. Dette betyr at det ikke er nok å ”spillifisere” noe, for å skape indre motivasjon, ved å legge til poengsystemer, medaljer og andre belønninger. Vil man skape indre motivasjon må spillet i seg selv motivere, og det å spille spillet må bli et mål i seg selv.

2.4.9 Balanse

Det finnes mange områder hvor et spill må være balansert. Det er mer enn konkurranser mellom spillere som må balanseres, som er den vanligste betydningen av balanse. Balanse inkluderer her også forskjellen på strategier, dyktighet og flaks, hode og hender, konkurranse og samarbeid, langt og kort, belønning og straff, frihet og kontrollert, simpelt og komplekst, samt detaljer og fantasi.

Rettferdighet

Med rettferdighet menes balanse mellom spillere. Hvis spillet gir to spillere forskjellig utgangspunkt, hvor logikken tilsier at utgangspunktet skulle ha vært identisk, vil spillet føles ubalansert. Et ubalansert spill vil føles urettferdig og frustrerende for spilleren som alltid taper, men også for spilleren som alltid vinner, siden seieren ikke kommer til å føles ”ekte”.

Den enkleste måten å oppnå rettferdighet på er ved symmetriske spill. Sjakk er et eksempel på et symmetrisk spill. Hver spiller har de samme brikkene i samme startposisjon slik at utgangspunktet er identisk. Eneste forskjellen er at en spiller får det første trekket, men hvis man spiller to partier, hvor spillerne starter én gang hver, vil denne forskjellen utjevnes. Man kan også utjevne en forskjell i dyktighet ved å la den svakeste, eller minst erfarne, spilleren trekke først.

Hvis spillet ikke er symmetrisk blir balanseringen en større oppgave. Ved å gi spillerne større valgfriheter kan man få mange flere forskjellige matchinger. Balanseoppgaven går da ut på å gi alle valgmulighetene likest mulig verdi slik at det ikke finnes en dominant strategi. Finnes det en dominant strategi

blir valgfriheten i praksis bortkastet. En måte løse dette på er å lage et system hvor en gitt figur dominerer en annen, men samtidig blir dominert av en tredje. Et kjent eksempel på dette systemet er ”stein, saks, papir”.

Utfordring og suksess

Balansering av utfordring og suksess er hovedfokuset for å holde en spiller i flytsonen. Spilleren vil naturlig bli bedre i spillet av å spille, og hvis han da ikke får større utfordringer blir spillet fort kjedelig. Et av problemene er at spillere er forskjellige, slik at det en spiller oppfatter som enkelt kan en annen føle er veldig vanskelig.

For å balansere utfordring mot suksess kan enkle virkemidler brukes:

- **Hvis suksess, øk utfordring:** Dette er den typiske oppbygningen av mange dataspill. Klarer man et brett vil man komme til et nytt og vanskeligere brett.
- **La de delene som er lette være raske å komme seg forbi:** Ved å la enkle partier forseres raskt vil man sikre seg at spilleren møter rett type utfordring før han går lei.
- **Lag med utfordringer:** En måte å oppnå dette på er å gi karakterer basert på prestasjon. En mindre erfaren spiller vil føle mestring hvis karakteren går fra E til D, mens en bedre spiller vil føle mestring hvis karakteren går fra B til A.
- **La spilleren velge vanskelighetsgrad:** Ofte kan man velge vanskelighetsgrad før man starter spillet, noe som vil gjøre at spillerne kan få et spill tilpasset sin egen vanskelighetsgrad. Ulempene er her at man må balansere hver vanskelighetsgrad, samt at en spiller på en ”lett” vanskelighetsgrad kan føle at han egentlig ikke har spilt det ordentlige og ”ekte” spillet.
- **La spillet kompensere:** I Mario Kart vil man få hjelpemidler i forhold til hvilken plassering man har. En spiller på sisteplass vil få mye bedre hjelpemidler enn spilleren på førsteplass. Dette vil utjevne forskjellene i prestasjon, samt gjøre at det ikke føles håpløst hvis man ligger langt bak i feltet.

Meningsfulle valg

Ved å balansere kan man gi spilleren valg som er meningsfulle. Et meningsfullt valg vil ha en påvirkning på spillet, og vil kunne motivere for utforskning og testing. Hvis derimot spillet har en dominant strategi vil valg ikke være meningsfulle. Hvis man eksempelvis skal velge seg en bil i et racingspill, men den ene bilen er mye raskere enn alle andre, så har man egentlig ikke et meningsfullt valg. Hvis bilene er helt like, men har forskjellige farger har man heller ikke et meningsfullt valg. Derimot, hvis bilene har forskjellige egenskaper som tilrettelegger for forskjellige spillestillinger, men fortsatt er balansert, vil man ha et meningsfullt valg.

Et typisk eksempel på et meningsfullt valg er valget mellom stor risiko/stor belønning og liten risiko/liten belønning. Hvis dette skal føles som et meningsfullt valg må forholdet mellom risiko og belønning gi mening for spilleren. Hvis belønningen er lik, men risikoen forskjellig, så har man i praksis ikke et valg.

Dyktighet og flaks

Dyktighet og flaks kan ses på som motsetninger. Et spill med for mye basert på flaks kan gjøre dyktighet ubrukelig, mens et spill basert på dyktighet kan gjøre flaks unyttig. Ofte vil spill basert på dyktighet tiltrekke seg hardcore-spillere, mens spill basert på flaks vil tiltrekke seg casual-spillere. For å bestemme hvor mye som skal være flaks eller dyktighet bør man analysere målgruppen man lager spillet for. For noen kan spill uten flaks virke kjedelig, mens for andre kan spill med flaks gi et inntrykk av at man ikke selv har kontroll over hva som skjer.

Hode og hender

Hode og hender representerer om spillets problemer løses med fysisk aktivitet (hender), eller mental aktivitet (hode). Et puslespill vil som regel involvere mest hode, mens plattformspill vil ofte involvere mest hender. De aller fleste spill involverer både hode og hender. Skal puslespillet løses raskest mulig kreves raske og korrekte tastetrykk, og et plattformspill kan ha utfordringer som krever mental aktivitet. Balanseringen av hode og hender vil påvirke hvilken målgruppe spillet passer for.

Konkurransen og samarbeid:

I spillsammenheng er konkurranse mye vanligere enn samarbeid. Slåssespill

vil i stor grad være kompetitive, mens online rollespill vil ofte ha en blanding av samarbeid og konkurranse. Spill som kun baserer seg på samarbeid er sjeldnere, men det finnes eksempler hvor lag spiller mot en datamaskin uten ”spiller-mot-spiller”-elementer. I kompetitive spill er det kritisk å balansere ”rettferdighet” og også prøve å tilfredsstille både nye og erfarne spillere. En mulig måte å gjøre dette på er å lage ligaer, eller et rankingsystem, slik at spillere møter omtrent like dyktige motspillere. I et samarbeidsspill må belønninger balanseres. Skal et lag motta større belønninger hvis de samarbeider ($2 + 2 = 5$), eller skal det være mest lønnsomt å spille alene ($2 + 2 = 3$)?

Langt eller kort

Det å balansere lengden på et spill kan avgjøre om spillet er interessant eller ikke. Et for langt spill kan kreve for mye, eller bli kjedelig, mens et for kort spill kan være over før man har rukket å engasjere spilleren. For å balansere lengden er det spillets vinn/tap-betingelse som bør endres. Hvis en spillkarakter kun har ett liv vil spillet kunnet være over i løpet av et øyeblikk. Gir man karakteren litt flere liv vil spillet vare lengre. I et skytespill kan oppdraget ”Utrydd alle fiender” bli langdrygt og kjedelig, mens oppdraget ”Drep bossen” er mer målrettet og lengden balanseres ved antall fiender mellom spilleren og bossen. Lager man et puslespill med 1000 brett er det få spillere som orker å gå i gjennom alle sammen. Begrenser man antall brett til en fornuftig sum vil spillere kunne fullføre spillet, forhåpentligvis oppleve mestring, og sitte igjen med en bedre følelse.

Belønninger

Belønninger er virkemiddelet man bruker for å formidle til spilleren at han har vært flink. En bra belønning vil gi spilleren mestringsfølelse, gi den innsatsen han har lagt ned i spillet en verdi og gi spilleren lyst til å få flere belønninger. En god belønning vil, rett og slett, oppfylle spillerens ønsker.

Spilleren kan få belønninger på flere måter:

- **Ros og spektakkel:** Man forteller spilleren at han har vært flink med en lydeffekt, tekst, eller annen enkel form for oppmerksomhet. Hvis man klarte et nivå i Tetris på GameBoy Original ville man få en orkesteroppvisning, hvor antall musikere var basert på hvor vanskelig nivået var.

- **Poeng:** Poeng trenger ikke å ha en direkte påvirkning på spillet, men kan fortelle spilleren at han har gjort det bra. Poeng kan også være en vei for å låse opp nye belønninger.
- **Forlenget spill:** I spill, som baserer seg på at karakteren har et visst antall liv, kan en belønning gi forlenget spill ved å gi ekstra liv. I typiske arkadespill, hvor man kan legge på en penge for å spille et spill, vil gode spillere bli belønnet med å kunne spille lengre. Et typisk eksempel på dette er pinball.
- **Inngangsport:** Det å få lov til å utforske en ny del av spillet kan være belønning nok i seg selv.
- **Estetikk/uttrykk:** Selv om hvordan man spillkarakteren ser ut ikke trenger å ha noen innvirkning karakterens egenskaper, kan en overfladisk belønning virke tilfredsstillende. I rollespill er det ofte viktig for spilleren å se bra ut, så et ønsket overfladisk klesplagg kan spilleren legge ned mange timer for.
- **Krefter:** En belønning kan gjøre spilleren sterkere. Ved å slå en boss kan karakteren få en ny egenskap eller kraft. En belønning av denne typen vil gjøre det lettere/raskere for spilleren å nå det neste målet.
- **Ressurser:** Ved å belønne spilleren med ressurser kan han bruke disse til å enten bygge noe eller kjøpe seg noe. Det man bygger eller kjøper vil ofte være en av de andre formene for belønning. For eksempel kan man få penger for å gjøre et oppdrag, som man kan kjøpe seg et nytt våpen for.
- **Status:** I multiplayerspill vil man ofte fremstå som overlegen ovenfor andre. Dette kan være av typen "Estetikk/Uttrykk", at man skaffer seg klær som er vanskelige å få tak i, eller en form for rangering. I kompetitive spill finner man ofte flere ligaer, for balanse, som hver har et emblem man kan bære. Det å få lov til å bære et emblem av en høyere rang er ofte motivasjon nok.
- **Fullføring:** Det å fullføre et spill kan gi en følelse av mestring og en tilfredsstillende følelse av å være helt ferdig med noe.

Får man samme belønning hver gang vil spilleren venne seg til belønningen, og den mister sin verdi. To måter å forhindre dette på er å introdusere tilfeldige belønninger og øke belønningen etterhvert. Ved tilfeldige belønninger vil forventningsverdien være den samme, men istedenfor å få 100 mynter hver gang vil man heller få 200 én gang og null en annen gang. Dette er et enkelt triks som utvider tidsrommet hvor belønningen er interessant. Øker man belønningene etterhvert som spilleren kommer lengre i spillet vil det gi en følelse av progresjon samt at en større belønning alltid vil fungere tilfredsstillende.

Spillets interne verdier bør være viktige for spilleren. Med interne verdier menes poengscore, penger eller andre verdier som kun finnes i spillet. For eksempel vil pengene man har i et rollespill være meget verdifulle innad i spillet, men utenfor har de ingen verdi. Et suksessfullt spill krever at spilleren kan føle at det er viktig. Man bør finne ut hva som er viktig i spillet, om man kanskje kan gjøre at det føles enda viktigere, og hvordan dette motiverer spilleren. Hvis spillet inneholder noe som ikke føles viktig, for eksempel samleobjekter som man ikke har en nytteverdi, så vil spillerne ignorere disse etterhvert.

Straff

Straff er sentralt i dataspill, men må brukes varsomt siden straff ofte medfører negative følelser. Hvis man skal motivere en spiller er belønning et bedre virkemiddel. Allikevel kan straff gi ressurser i spillet verdi og gi større mestringsfølelse. Enkelte spill lever av å være ekstremt vanskelige og ha strenge straffer. Dette er spill som selger til hardcore-spillere og gir mye status innad i spillsamfunnet.

Det å innføre straff kan få ressursene en spiller har til å virke mer verdifulle. En ressurs man kan miste gir en større følelse av en verdi enn en man ikke kan miste. Opplever man at straffen er urettferdig og for streng vil dette kun føre til frustrasjon.

Introduksjon av risiko kan gjøre spillet mer interessant. Hvis alt man gjør ikke har noen konsekvenser vil det ikke være like spennende å prøve ut. Det å gi spilleren valg som innebærer forskjellig risiko gir også spilleren følelsen av å ta et meningsfullt valg.

Straff kan introduserer på flere måter:

- **Negativ kritikk:** Det motsatt av ros.
- **Tap av poeng:** Gjør spilleren en feil så mister han poeng. For at dette skal ha en effekt må poengene bety noe for spilleren.
- **Forkortet spill:** Hvis spilleren mister alle livene sine, så er spillet over. Hvis spillet går på tid kan man trekke fra sekunder for hver feil spilleren gjør.
- **Tilbakestilling:** Spill som bruker checkpoints kan sende spilleren tilbake til det forrige hvis han feiler.
- **Fjerning av krefter:** Hvis spilleren gjør en feil, kan han oppleve at karakteren blir svakere. Denne tilstanden kan vare evig, som er veldig drastisk, eller være midlertidig. I MMORPG kan en ofte oppleve at kreftene til karakteren man spiller vil være redusert en liten tidsperiode etter man dør.
- **Tap av ressurser:** Ved tap kan spilleren miste hardt opparbeidede ressurser.

Frihet og kontrollert

Siden spill er interaktive er det en balanse mellom hvor stor frihet spilleren skal få og hvor mye som skal kontrolleres. For mye kontroll vil gi spilleren en følelse av å være med i en film istedenfor et spill. For mye frihet er for det første en stor oppgave for spillutvikleren, men kan også være kjedelig for spilleren. Det at spilleren skal ha opplevelser er formålet med spillet, og litt kontroll kan være nødvendig for å gi den ønskede opplevelsen.

Enkelt og komplekst

At et spill er simpelt eller komplekst kan ha forskjellige betydninger for et dataspill. At noe er enkelt kan bety at det er kjedelig, men det kan også brukes som i ”enkelt og genialt”. Et komplekst spill kan være for komplisert og vanskelig, eller det kan ha en dybde og være rik på detaljer. Man kan derfor lage et skille mellom ”god kompleksitet” og ”dårlig kompleksitet”.

God kompleksitet kommer fra enkel mekanisme. På en rubiks kube kan man egentlig gjøre bare én ting, rotere på et lag av kubens. Allikevel er en rubiks

kube veldig kompleks ved at det er utallige varianter og veier til mål. Et fargeleggingsprogram med kun en pensel og valg av farge kan ende opp med utallige forskjellige resultater.

Dårlig kompleksitet kommer fra komplekse mekanismer. Mekanismen er reglene spillene følger, og hvis disse er i overkant kompliserte vil de virke frustrerende. Et tegn på dårlig kompleksitet er hvis reglene inneholder mange unntak.

Den gode kompleksiteten er ofte det man sikter etter, men den dårlige kompleksiteten kan ha sine bruksområder. Ser man på sjakk som et eksempel er dette i hovedsak et bilde på god kompleksitet. Unntakene finner vi blant annet i hvordan bonden kan flyttes. Den kan flyttes et steg frem, unntatt i det første trekket, når veien fremover er sperret, når den kan slå en annen på skrå og i *en passant*. Her har man hatt et utgangspunkt med kun god kompleksitet og tilført dårlig kompleksitet. Resultatet er et bedre balansert og mer interessant spill, så den dårlige kompleksiteten fører ikke nødvendigvis alltid med seg noe negativt.

Detaljer og fantasi

Balansen mellom detaljer og fantasi handler om å enten tilby et detaljert bilde på noe, eller å la spillerens fantasi skape detaljene selv. Detaljstyring kan brukes for å forsikre seg om at spilleren får det riktige inntrykket, men er en stor og vanskelig oppgave for spillutvikleren. Ved å la fantasien til spilleren fylle ut tomrom kan man ha større fokus på viktigere ting.

For å bestemme hva man skal detaljere kan man ta i verk fire hjelpemidler:

- **Kun detaljer det du kan godt:** Hvis det man lager har en dårligere kvalitet enn det spillerens fantasi kan lage, så er arbeidet bortkastet. Det å legge dårlige stemmer på karakterer er en mye dårligere idé enn å bare tekste det de sier. Spilleren kan da se for seg stemmene, og vil sannsynligvis ikke fantasere om dårlige skuespillere.
- **Tilrettelegg for fantasi:** I stedet for å kun bruke kuber, som spilleren skal se for seg at er karakterer, kan man lage de med trekk som stemmer overens med karakterens egenskaper. En sjakkbrikke er ikke veldig detaljert, men har en form som tilrettelegger for fantasi. Kongen og

dronningen er de høyeste, så vi skjønner at de er viktige, mens bonden er mye mindre.

- **Det som er kjent fra før trenger ikke mange detaljer:** Menneskehjernen er veldig flink til å fylle ut tomrom i settinger den er godt kjent med, så lenge de kritiske detaljene er på plass. Hvis det derimot er noe helt nytt som spilleren aldri har sett før, så er detaljer viktigere.
- **Kikkerteffekten:** Kikkerteffekten går ut på at hvis man får et detaljert nærbilde én gang, kan man lettere fylle ut tomrommene siden. Den første gangen man hører en sang vil man gjerne at det skal være stille rundt en, men hvis man hører den samme sangen senere, i et mer bråkete miljø, vil man kunne "se" for seg sangen inni hodet. Hvis man ser noe på lang avstand som man ikke klarer å se hva er, så kan man bruke en kikkert for å få et detaljert bilde. Etterpå vil man lett se hva det er selv om man ikke bruker kikkerten.

2.4.10 Puslespill

10 virkemidler for et bra puslespill:

- **Et klart mål:** Hvis det ikke er klart hva spilleren egentlig skal løse blir motivasjonen for å løse problemet fraværende. For spesielt interesserte kan det å finne ut målet være et puslespill i seg selv, men for den generelle spilleren er et uklart mål kun frustrerende.
- **Enkelt å komme i gang:** Hvis spilleren har skjønt målet bør det være lett å komme i gang. Et godt eksempel er rubiks kube hvor det ikke er altfor vanskelig å løse én side.
- **Følelse av progresjon:** Ved å gi en følelse av progresjon vil man kunne opprettholde spillerens oppmerksomhet lengre. Det å stå fast vil bli frustrerende etterhvert, men får man en liten følelse av progresjon vil frustrasjonen forsvinne.
- **La det føles løsbart:** For at en spiller skal orke å legge ned energi over en lengre tid må puslespillet føles løsbart. Føles det ikke løsbart kan spilleren føle at det er bortkastet og at det ikke finnes noen løsning. Rubiks kube selges alltid ferdig løst, slik at spilleren vet at det er løsbart. Når man stokker om på blokkene kan man jo bare gjøre det motsatte for å komme tilbake til utgangspunktet.

- **Øk vanskelighetsgraden gradvis:** Et puslespill har ofte én løsning, men veien dit kan variere i vanskelighetsgrad. Et ordinert puslespill, med vanlige puslespillbrikker blir ofte løst ved å dele opp oppgaven i deler med forskjellig vanskelighetsgrad. Man starter enkelt ved å legge kantbrikkene, for så å legge de brikkene med tydelig motiv, for så å avslutte med de vanskelig brikkene som kan passe flere steder.
- **Parallellisme:** Ved å la spilleren jobbe på forskjellige områder kan man hindre at spilleren setter seg helt fast. Dette kan man også oppnå ved å tilby flere puslespill samtidig. Setter spilleren seg fast kan han ta en pause og jobbe på noe annet. For å unngå ytterligere frustrasjon kan man gjøre det sånn at hvis spilleren løser det ene puslespillet, så blir det lettere å løse det andre.
- **Pyramide:** Pyramidestrukturen fungerer ved at flere små puslespill hjelper til med å løse et stort et. I et kryssord er ofte løsningen en setning som går over hele kryssordet. For å finne svaret på det store puslespillet (setningen), så løser man mange små puslespill. Dette gir alle de små puslespillene verdi og man jobber mot et konkret mål.
- **Hint:** Hvis spilleren står fast kan et hint lette på frustrasjonen. Det er viktig å balansere hvordan hintene fungerer og hvordan man kan få hint, slik at det fortsatt føles ut som om man har løst puslespillet selv.
- **Løsningsforslag:** Den beste opplevelsen man får med et puslespill er følelsen av å forstå problemet og finne løsningen. Det å se løsningen i form av et løsningsforslag hvis man ikke klarer spillet vil fortsatt gi, dog i en mindre grad, den samme følelsen.
- **Unngå ”enten klarer du det, ellers så klarer du det ikke”:** Vanlige eksempler på dette er gåter. Enten kan man svaret fra før, klarer å tenke seg til svaret, eller så får man fortalt svaret av noen andre. Kun det andre alternativet vil gi noen god følelse hos spilleren, og vil ofte være det minst sannsynlige. Enten/eller oppgaver mangler progresjonsfølelsen og vil ikke gi spilleren noenting hvis han ikke klarer oppgaven.

2.4.11 Åtte spørsmål

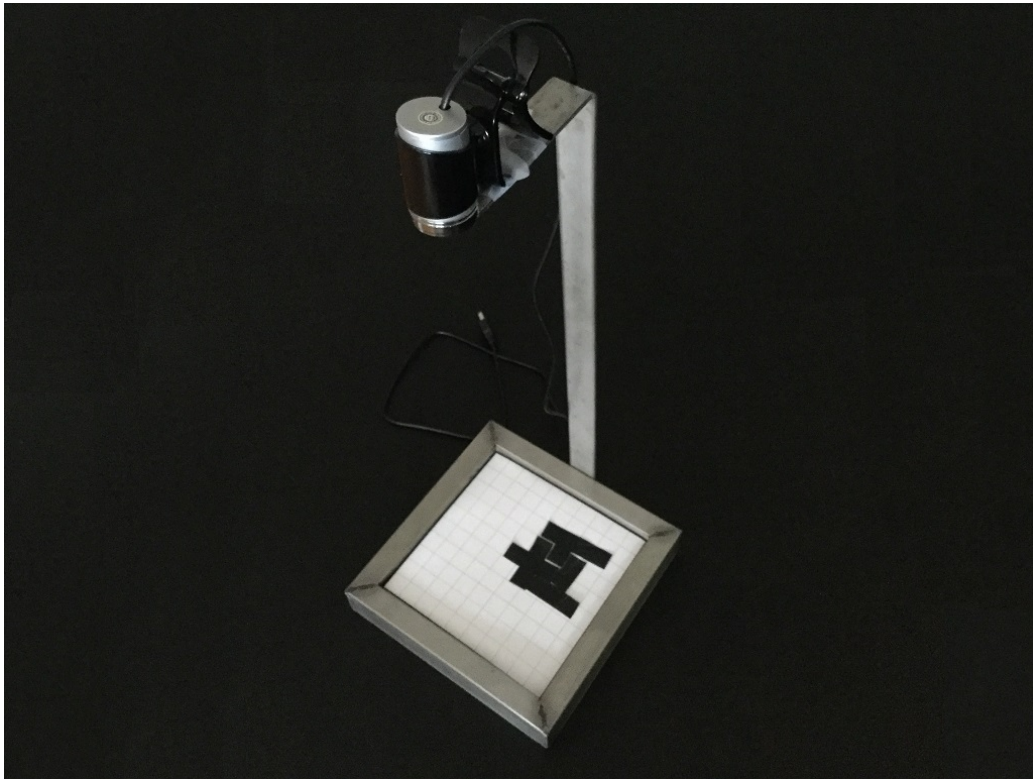
For å kontrollere om et spilldesign faktisk er bra nok, kan man gå gjennom de følgende åtte spørsmålene:

- Føles det riktig?
- Treffer det målgruppen?
- Er designet bra?
- Er spillet nyskapende nok?
- Vil det selge?
- Er det teknisk mulig å lage?
- Oppfyller det sosiale mål?
- Liker spilltestere det?

Hvis spillet ikke tilfredsstillende et av disse kravene gjør man endringer, for så å gå igjennom listen på nytt. Det er viktig å starte igjen på toppen, en endring for å tilfredsstille et spørsmål kan ha en negativ effekt på et annet spørsmål. Hvis målgruppen er pensjonister og man legger til avansert teknologi for å gjøre spillet nyskapende nok, så er det ikke sikkert det treffer målgruppen lengre.

For læringsspill kan man legge til følgende:

- Vil brukere lære det de er ment å lære?

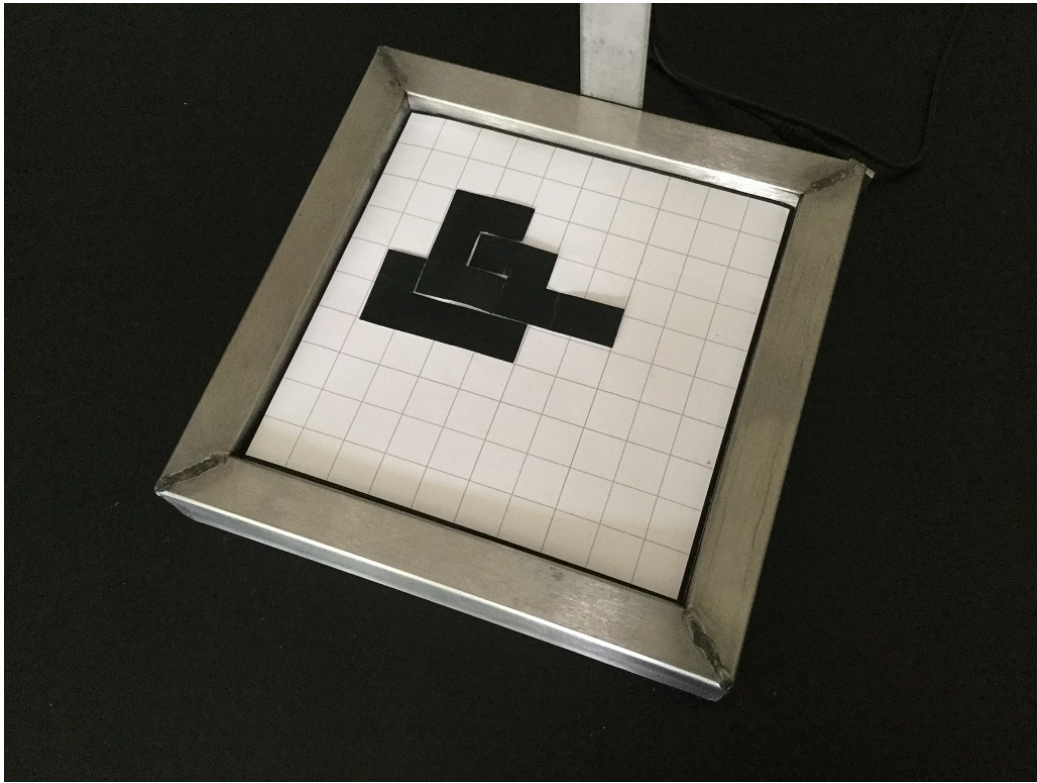


Figur 7: Prototype av spillebrett og kamerateknologi

3 Prototype

3.1 Teknologi

Prototypen består av av en ramme hvor et kamera henger over et spillebrett, se Figur 7. Spillebrettet er et rutenett på 10x10 celler, se Figur 8. Kameraet tar bilde av spillebrettet og mater dette inn på datamaskinen. Bildebehandlingssoftware prosesserer bildet og gir ut en 10x10 matrise som sier om en celle er dekket eller ikke. En mer detaljert beskrivelse av bildebehandlingen finnes i prosjektrapporten[15].



Figur 8: Prototypens spillebrett

3.2 Spilldesign

3.2.1 Tema

”Skattejakt i gammel vikinggrav.”

Temaet til spillet blir valgt på bakgrunn av teknologien som allerede er utviklet. Puslespillteknologien kan antas å gi mening i et skattekammer hvor ulike oppgaver må løses for videre progresjon. Vikingtemaet ble valgt utifra spilldesignerens egen interesse.

Alle videre beslutninger ble tatt på grunnlag av temaet.

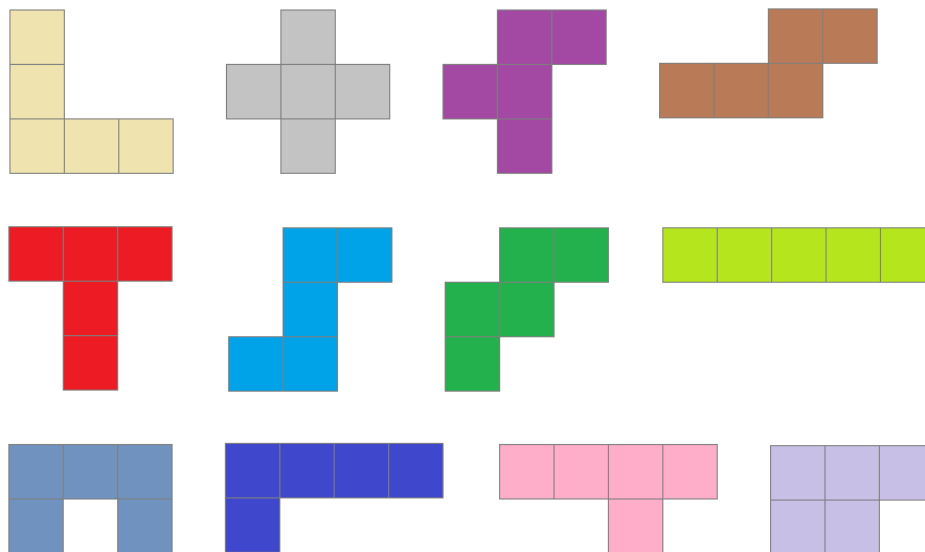
3.2.2 Teknologi

Teknologien for spillet ble utviklet i prosjektoppgaven. Spillet består av et fysisk spillebrett med fysiske brikker. Brikkene som blir lagt på spillebrettet leses inn til datamaskinen, som bruker dette som input i dataspillet. I tillegg vil karakteren og handlinger i spillet kunne styres med mus og tastatur.

Det fysiske spillebrettet består av et rutenett på 10 x 10 celler. Hver av disse cellene representerer én arealenhet, og er den minste enheten spillet opererer med. Over spillebrettet er det et kamera som tar bilde av spillebrettet. Dette bildet blir prosessert (se prosjektrapporten[15]) og resulterer i en binær 10 x 10 matrise, hvor hver celle enten er dekket eller ikke.

For å spille brukes to sett med brikker. For å legge ned et visst areal brukes enkle brikker med forskjellige arealer, se Figur 10. Disse brukes for å enkelt kunne legge ned et korrekt antall enheter, eller lage enkle former, som for eksempel et rektangel. For puslespill brukes et gitt sett med puslebrikker, se Figur 9. Puslebrikkene består av brikker som kan lages med 5 arealenheter.

Spillet består av både singleplayer og flerspiller. I singleplayer får spilleren oppleve historien og utforske vikinggraven på egenhånd. Flerspillerdelen vil igjen være delt i to deler. I en konkurransedel vil to eller flere spillere konkurrere mot hverandre i å løse oppgaver raskest mulig. I tillegg vil spillet la en spiller kunne lage oppgaver for andre spillere, noe som også kan brukes i undervisningssammenheng.

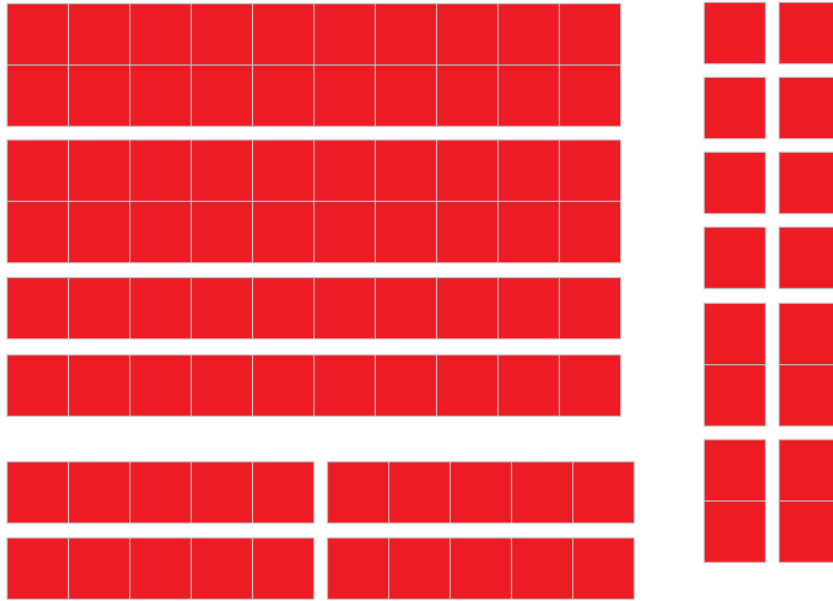


Figur 9: Puslespillbrikker

3.2.3 Historie

”Under en snøstorm har en fjellvandrer gått seg fast i et vilt og snøkledd fjellområde. I søken etter ly for stormen kommer han tilfeldigvis over en godt skjult hule i fjellveggen. Vandreren søker sikkerhet i hulen, og oppdager raskt at det er tegn på at andre mennesker har vært der. Det står et lite steinbord innerst i hula, og på veggen ser han at det er en tegning. På bordet finner han noen flate steiner med en form som ikke er naturlig. De er kantete, nesten som puslespillbrikker. Han får et innfall om å prøve å kopiere tegningen på veggen. Da siste brikke er lagt kommer det et drønn som gjør at han tumler bakover. Foran seg ser han at fjellet åpner seg og avdekker en skjult åpning. I åpningen, langt der fremme, ser han en lyskilde. Han nøler litt, før han går inn i åpningen mot lyset...”

Det viser seg at vandreren har kommet over en gammel vikinggrav. Flere biter av historien faller på plass jo lenger inn i graven spilleren kommer. Tegn gis underveis om at dette er graven til den norrøne guden Odin. Odin er guden for kunnskap, som gjør det naturlig at tilgang til hans grav og



Figur 10: Eksempel på arealbrikker

skattekammer krever tankevirksomhet. Ved å inkludere norrøn mytologi i historien kan overnaturlige hendelser gi mening for spilleren. Dette gjør at det ikke føles unaturlig at puslespill kan åpne fjellvegger og dører, eller at det finnes belysning i en forlatt hule. Ved å introdusere det overnaturlige blir de fysiske lovene og antagelsene man har for hvordan noe fungerer i det virkelige liv mindre viktige. Det overnaturlige kan også skape større spenning og potensiale for overraskelser, siden det er mer uforutsigbart.

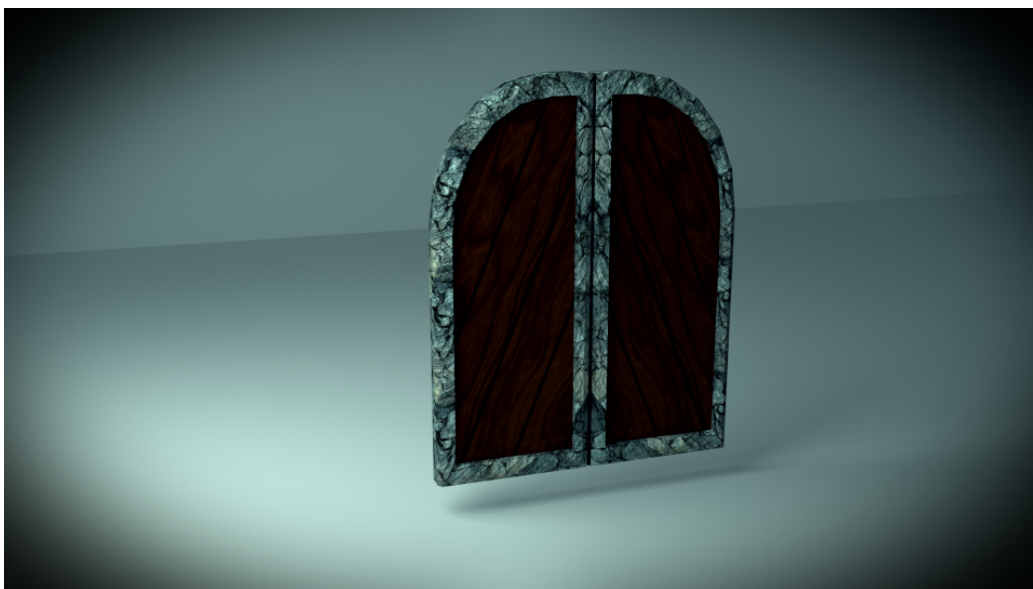
Historien til spillet skal gi verdi til oppgavene spilleren må løse. For seg selv kan oppgavene ha lite verdi, men satt i en større sammenheng er de opphav til følelsen av progresjon og veien til et større mål.

3.2.4 Estetikk

Estetikken i spillet skal bygge oppunder det valgte temaet. Atmosfæren til spillet skal ideelt fremheve kulde og mystikk. I begynnelsen vil graven være en hule i fjellet, men etterhvert vil tegnene på at det har vært noen der før bli

tydeligere. Etterhvert vil hulen utvikle seg til et byggverk med gulv, vegger og tak.

Som konseptkunst (concept art) for å demonstrere tenkt estetikk ble det laget en eksempelscene. Modellerte objekter for eksempelscenen er avbildet i Figur 11, Figur 12, Figur 13 og Figur 14. Se Figur 15 for den komplette eksempelscenen.

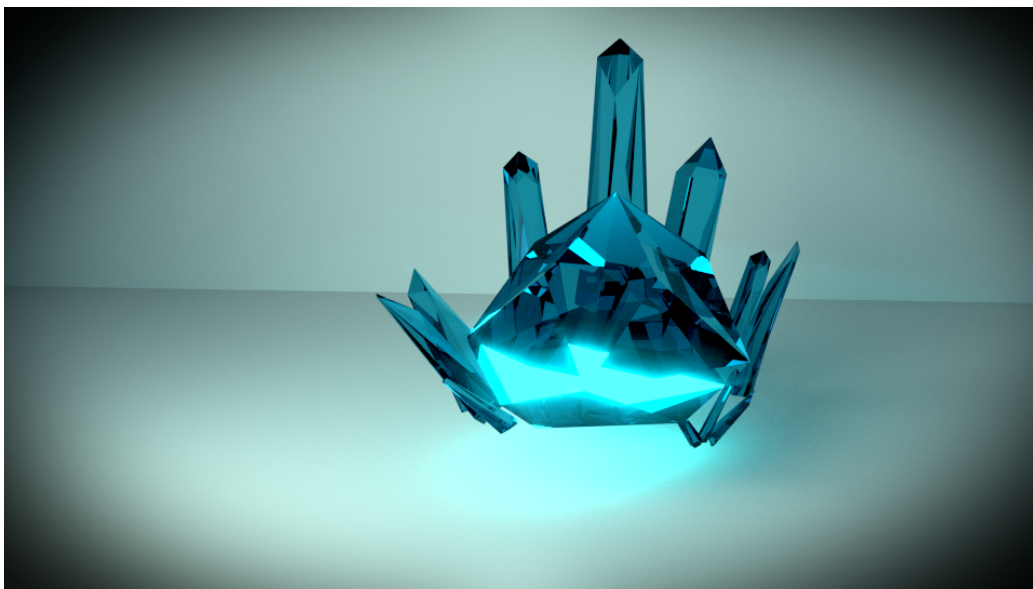


Figur 11: Dør til nytt område

3.2.5 Mekanikk

Flere veier til målet

Spillet foregår i en hulesystem/grav oppe i et fjell. Systemet er delt opp i rom med en eller flere oppgaver. Klarer spilleren oppgavene vil han kunne progressere til neste rom. Et rom kan ha flere oppgaver, hvor ikke alle må løses for å komme videre. Flere tiltak kan iverksettes for at spillet skal være kontinuerlig utfordrende. Forskjellige rom kan løse problemet med kontinuerlig utfordring på forskjellige måter.



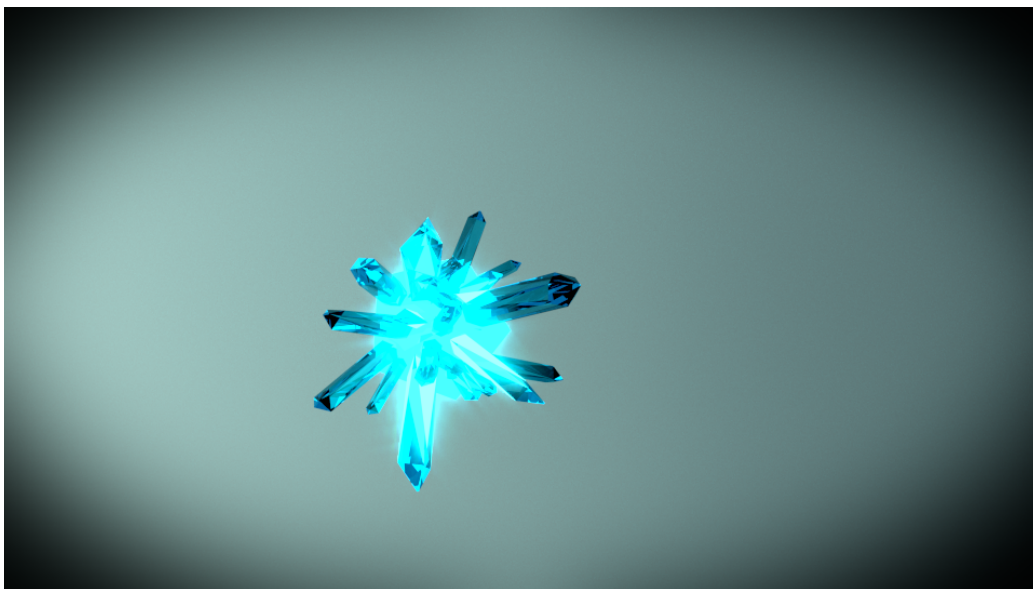
Figur 12: Gulvkrystall

Noen bruker et poengsystem for å åpne døren til neste rom. For eksempel, i et rom vil spilleren fylle en beholder med vann for å åpne døren. Hvor mye vann som renner opp i beholderen er avhengig av hvor raskt oppgaven ble løst. Vanskelige oppgaver kan også gi mer poeng enn enklere oppgaver. Hensikten bak dette virkemiddelet er at gode spillere raskere kan avansere til en mer passende vanskelighetsgrad. De spillerne som synes at rommet er vanskelig nok vil da være i rommet lengre og måtte løse flere oppgaver.

Dette kan også oppnås ved å gi spilleren et veivalg. En rute kan være kort, men ha vanskelige oppgaver. En annen rute kan være lengre, men ha enklere oppgaver.

Handlinger:

Spillet har to moduser: puslespillmodus og karaktermodus. I karaktermodus går spilleren rundt, utforsker hula, finner og aktiverer puslespill. Dette blir håndtert av mus og tastatur. I puslespillmodus løser spilleren puslespill, som håndteres av spillebrettet og brikkene.



Figur 13: Veggkrystall

I puslespillmodus legger spilleren brikker på brettet og leser det inn på data-maskinen. Hver celle på brettet er binær, slik at den kun kan være enten dekket eller ikke dekket. Det å dekke en halv celle er ikke mulig.

I karaktermodus går spilleren rundt med karakteren i spillet. Han kan gå rundt og se, og har en handlingsknapp tilgjengelig som gjør at spilleren kan starte puslespill eller aktivisere andre manipulerbare objekter.

Belønninger

- **Ros og spektakkel:** Lydeffekter og en eller annen effekt er naturlig.
- **Poeng:** Poeng kan ha en hensikt hvis det brukes for å låse opp et annet område. I denne situasjonen vil poeng sannsynligvis bli presentert som noe annet enn tall. For eksempel vann som fyller opp en beholder, som igjen løfter opp en port hvis man fyller den med nok vann.
- **Inngangsport:** Hvis man løser puslespillet på en god nok måte, eller klarer en tilleggsoppgave, kan det låses opp bonusområder som ikke er



Figur 14: Puslespillbord

kritiske for å nå det endelige målet. I bonusområder kan man finne deler av historien.

- **Fullføring:** Spillet har et siste skattekammer, som er det endelige målet. Det å nå dette punktet vil forhåpentligvis gi en mestringsfølelse.
- **Estetikk og status:** En mulighet er at spilleren, ved å spille single-player, kan låse opp et nytt utseende på brikkene, eller et nytt utseende på spillebrettet.

Straff

Spillet kommer ikke til å inkludere former for straff annet enn at puslespill med tidsfrist kan kreve flere forsøk.

Puslespill

Oppgavene må defineres slik at hva som skal løses er klart for spilleren. Det er tre forskjellige former for puslespill:

- **Kopiering:** Spilleren skal kopiere et bilde med puslespillbrikkene.
- **Tallsvar:** Oppgaver med tallsvar løses ved å dekke et korrekt antall celler på spillebrettet.



Figur 15: Eksempelscene¹

- **Størrelse og form:** Spilleren skal lage en form på brettet i en gitt form. For eksempel et rektangel med en viss størrelse.

Sannsynligheten for at en spiller står fast på en oppgave er avhengig av oppgavens vanskelighetsgrad, samt oppgavens form. I tallsvarsoppgaver finnes det ”kun” 101 mulige svar, hvis man inkluderer 0 som en løsning. Dermed kan oppgaven være nesten umulig i seg selv, men prøving og feiling vil til slutt gi et korrekt svar. I kopiering- og ”størrelse og form”-oppgavene spiller brikkenes plassering på brettet en rolle, slik at prøving og feiling uten kvalifisert gjetning kan ta lengre tid. Her kan det tenkes at et hintsystem kan implementeres for å unngå stopp i progresjon.

For å forhindre stopp i progresjon kan man bruke en pyramideform på oppgavene. Anta at hovedoppgaven spilleren må løse for å komme videre er et kopieringsspill. Flere mindre og enklere oppgaver kan være tilgjengelige i rommet, hvis belønninger er hvilke brikker som skal brukes på hovedoppgaven. Hovedoppgaven er i utgangspunktet veldig vanskelig, men kan løses

¹Lysstyrken i bildet har blitt pumpet opp for at bildet skal bli synlig på trykk. Dette kan føre til et litt unaturlig utseende.

av en dyktig spiller (som dermed raskere kan komme til et område med oppgaver av en vanskelighetsgrad som er mer passende). Andre spillere kan velge å løse de enklere oppgavene først slik at hovedoppgaven til slutt ikke blir for vanskelig. Dette kan fortsette i en pyramideform.

Vanskelighetsgraden på de ulike oppgavene kan reguleres ved forskjellige virkemidler. Vanskelighetsgraden på kopieringsoppgavene kan reguleres med hvor mange brikker spilleren skal bruke. Færre brikker gir færre mulige kombinasjoner og er derfor enklere. Det kan også varieres om spilleren får vite hvilke spesifikke puslespillbrikker han skal bruke, eller ikke. I de andre oppgavene vil vanskelighetsgraden reguleres med uttrykket spilleren skal løse.

3.2.6 Læring

Ved å utnytte mulighetene for å lage forskjellige oppgaver kan forskjellige emner i matematikken inkluderes.

Forholdet mellom desimal, prosent, brøk

Spilleflaten består av 10×10 celler som forenkler utvikling av oppgaver om forholdet mellom desimal, prosent og brøk. En celle vil her representere 0.01, 1% eller $1/100$. Istedenfor å kun behandle mengdene som abstrakte tall vil brikker konkretisere og virkeliggjøre mengdene og hvordan de henger sammen.

Areal

Ved å behandle hver celle som en arealenhet kan man legge til rette for arealoppgaver. Oppgaver kan omhandle å legge ned et visst areal i en viss form, samt optimaliseringsoppgaver. Som eksempel på optimaliseringsoppgave kan spilleren bes om å bruke et antall arealenheter som kant for et størst mulig område.

Arealenheten i seg selv stemmer i størrelsesorden ikke overens med kvadratcentimeter, eller andre enheter en elev kan være vant til å bruke. Dette kan hjelpe til med å frigjøre elever fra syn om at enheter er fastsatt.

Aritmetikk og likninger

Tallsvarsoppgaver er fleksible i at de kan akseptere alle oppgaver som gir et svar mellom 0 og 100. Dette kan utnyttes for oppgaver i aritmetikk eller likninger. Likningsoppgavene kan gis direkte som en likning, eller også ha hint i rommet spillkarakteren er i, som sier en verdi på en ukjent. Oppgaver som trenger to svar kan løses ved å legge et antall brikker på hver halvdel av spillebrettet.

4 Resultat

4.1 Konfigurasjon

For at teknologien skal fungere optimalt må kameraløsningen konfigureres før spilling. Konfigurasjonen går ut på å finne hjørnene på spillebrettet, slik at cellene på spillebrettet blir lokalisert. Ved hjelp av hjørnene blir cellene lokalisert og avlesning av spillebrettet blir mulig. Hjørnedeteksjonen blir utført på to måter.

Bildebehandling

Bildebehandling bruker en Houghtransform for å finne hjørnene. En mer detaljert beskrivelse av prosessen finnes i prosjektrapporten[15].

Manuell konfigurasjon

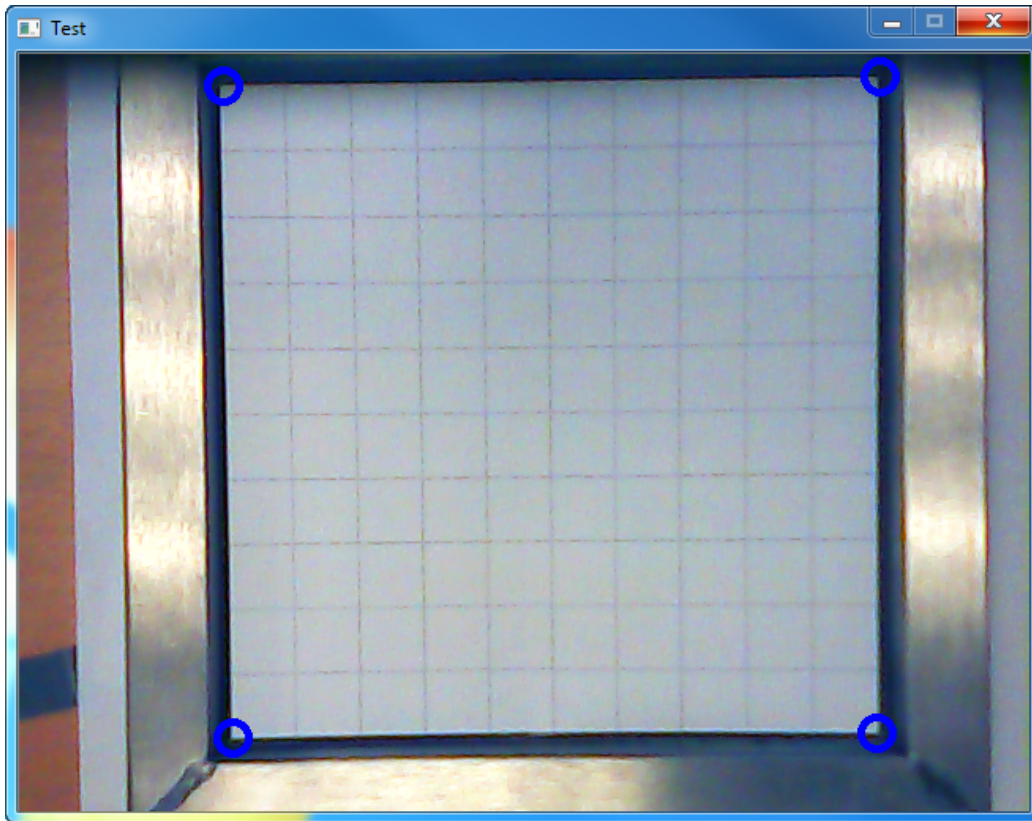
Ved manuell konfigurasjon blir det tatt et bilde av spillebrettet for at spilleren selv kan markere hjørnene, se Figur 16. Spilleren markerer hjørnene ved museklikk. Denne løsningen unngår problemer med lysforhold, skygger og bakgrunn som bildebehandlingsløsningen har. Den manuelle løsningen er derfor mer stabil, mye enklere og gir et like godt resultat. Ulempen med en manuell konfigurasjon er at denne ikke kan foregå i bakgrunnen mens spillet går uten at spilleren selv tar initiativ, eller blir avbrutt.

4.2 Eksempelspill

Eksempelspillets singleplayermodus består av fire forskjellige pusleoppgaver. Løser man de fire oppgavene, som kan løses i valgfri rekkefølge, vil dørene til neste område låses opp. Puslespillene her er av meget enkel vanskelighetsgrad og er mest ment for å demonstrere mekanikken. Eksempelspillet er også strippet for alt av estetikk.

Første puslespill er et enkelt arealspill, se Figur 20. Oppgaven ber om at $1/4$ av spillebrettet skal dekkes, som betyr at 25 celler skal markeres. Her skal de enkle brikkene brukes, og hvor på brette de legges er irrelevant.

Andre puslespill er et enkelt ligningsett, se Figur 21. I likhet med det første



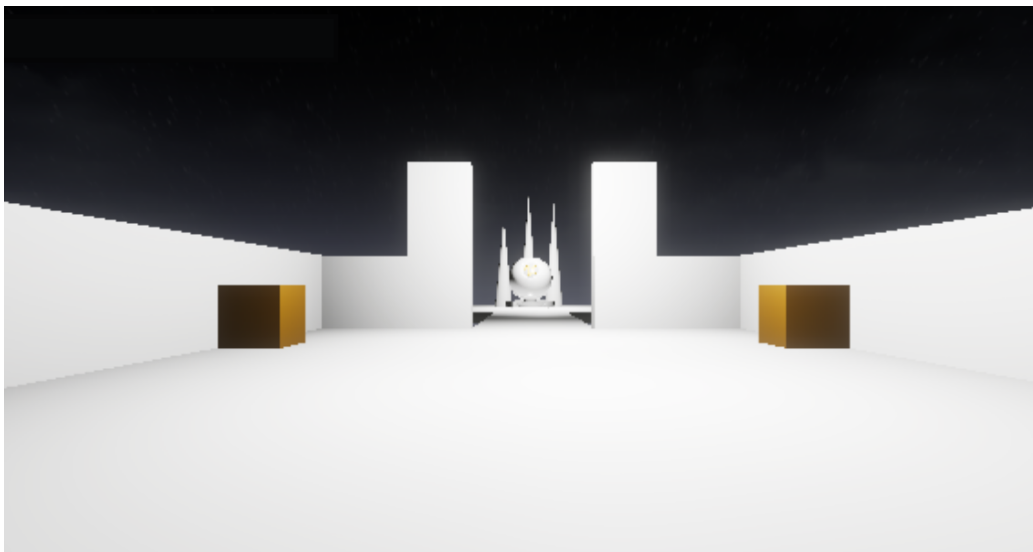
Figur 16: Spilleren har markert de fire hjørnene i en manuell konfigurasjon.

puslespillet er det her kun et visst antall celler som markeres. De enkle brikkene brukes og hvor på brettet de legges er irrelevant.

Tredje puslespill er et enkelt rektangelspill, se Figur 22. De enkle brikkene skal også brukes på rektangelspillet. Brikkene skal legges i et rektangel med areal lik 12 enheter. Rektangelet kan være 2x6, 3x4, 4x3 eller 6x2 og plassering på brettet er irrelevant.

Fjerde puslespill er et enkelt kopieringsspill, se Figur 23. I kopieringsspillet må den riktige formen være i den riktige posisjonen. For å løse oppgaven brukes puslespillbrikkene, se selv om spesifikke celler må dekkes har oppgaven flere løsninger.

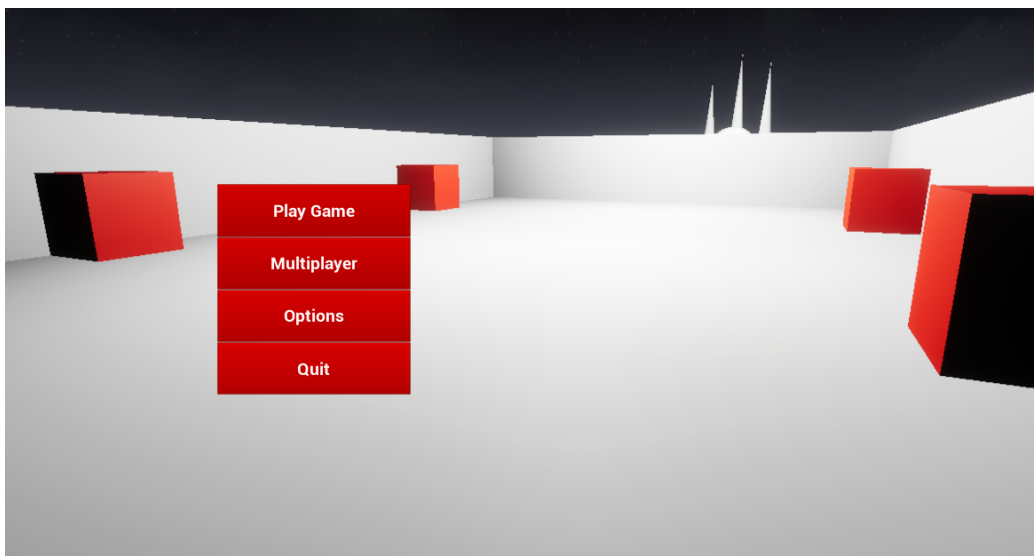
Hvert puslespillbord skifter farge når spilleren har løst oppgaven og når samtlige er fullført åpnes dørene til neste område. I eksempelspillet kommer man til et "monument" og en gratulasjonsmelding og fyrverkeri aktiveres. I det virkelige spillet ville dørene åpnes til et nytt område med nye oppgaver.



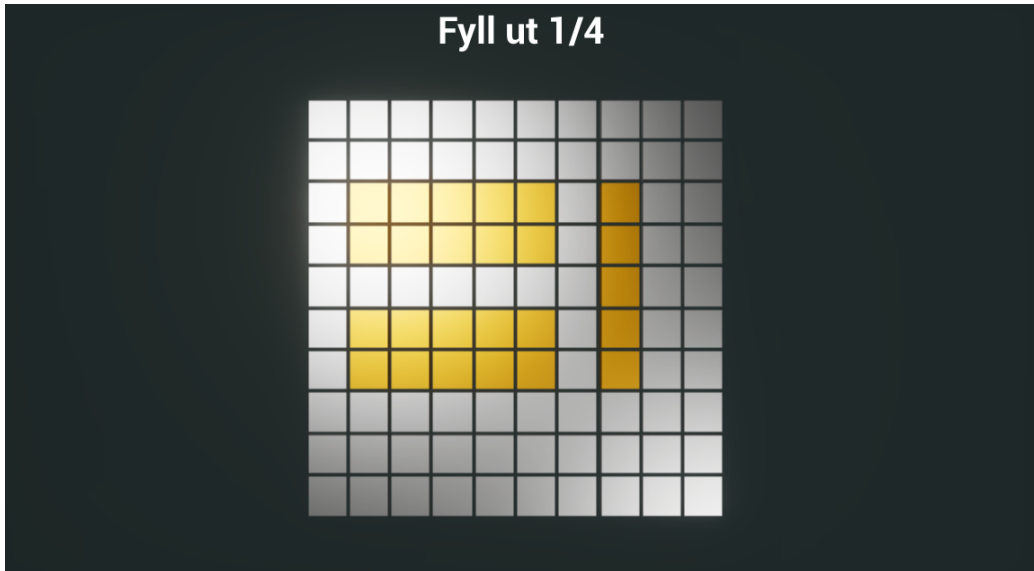
Figur 17: Etter at spilleren har løst de fire oppgavene åpnes dørene til neste område. Puslespillbordene skifter farge når puslespillet er fullført.



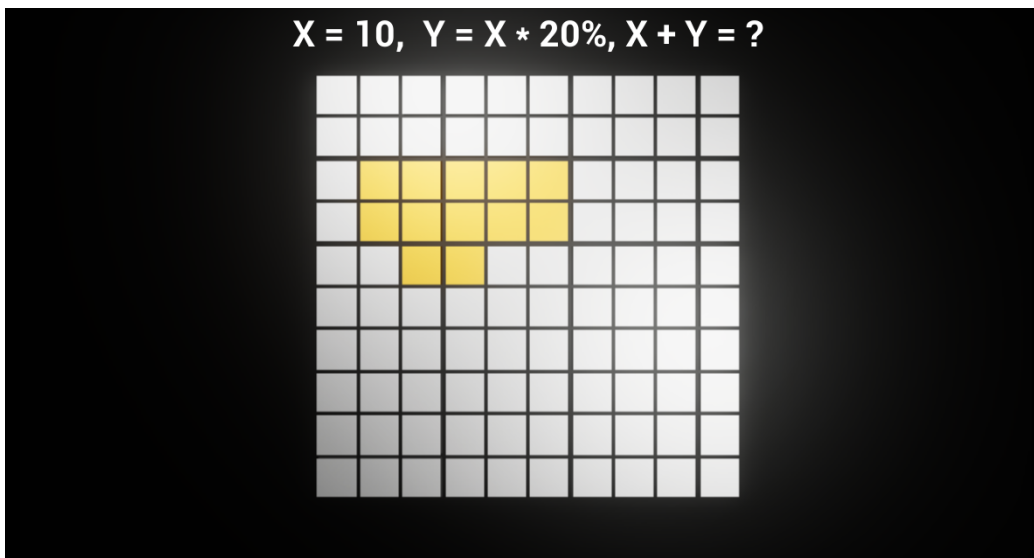
Figur 18: Spilleren har fullført eksempelspillet.



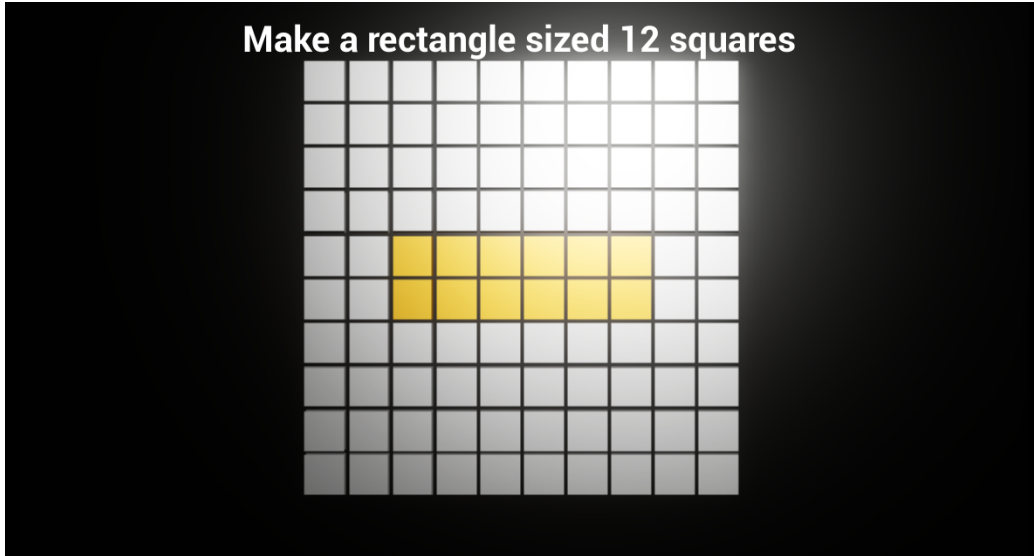
Figur 19: Hovedmenyen



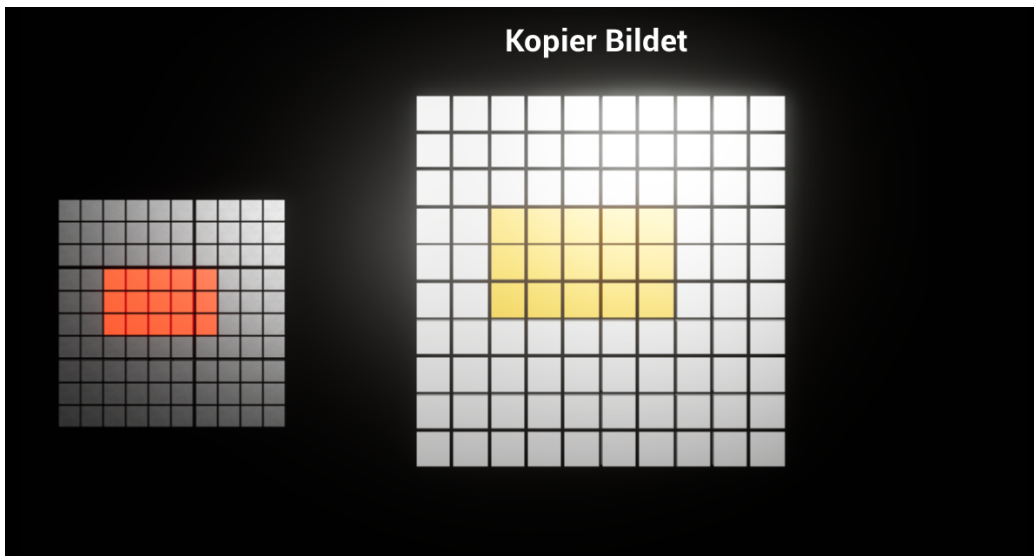
Figur 20: Første puslespill



Figur 21: Andre puslespill



Figur 22: Tredje puslespill



Figur 23: Fjerde puslespill

5 Diskusjon

5.1 Spilldesign

Temaet og settingen er et fornuftig valg, selv om det kan begrense målgruppen noe. Den norrøne mytologien er et interessant tema som norske elever sannsynligvis har en forbindelse til, enten gjennom skolegang eller populærkultur. Det å inkludere den norrøne kulturen på en så fysisk måte vil dytte spillet mot en fantasy-sjanger som gjør at det gjerne vil appellere mer til gutter enn jenter. Hvis spillet skal brukes i skolesetting bør målgruppen omfavne alle grupper i den gitte alderen. Det kan også diskuteres om en mørk hule eller skattekammer heller burde byttes ut med en lysere, varmere og mer omfavnende setting.

Det å løse puslespiloppgaver for å avansere innover et gravkammer/skattekammer er antatt å gi mening for en spiller. Det at skattekammeret tilhører Odin, den norrøne guden over både visdom og trolldom, gir settingen mer troverdighet. Sannsynligvis vil puslespiloppgavene virke mer naturlige i settingen enn tallsvar og arealoppgavene. Puslespiloppgavene er også de oppgavene som er antatt å oppleves som mest interessante. Oppgavene må spesialtilpasses slik at de gir mening for temaet. For å holde på interessen til spilleren kan ikke oppgavene føles som vanlige oppgaver man får på skolen. Variabelnavn bør ikke være bokstaver, men være symboler som er relevante i en norrøn verden. Eksempelvis kan man bruke symboler som ravner og Tors hammer, eller i verste fall runer. Eventuelle tekstoppgaver bør omhandle oppgaver som kan være relevant for vikingtiden.

Spilldesignets største minus er oppgavenes mangel på variasjon. Alle spillets oppgaver skal løses ved bruk av spillebrikker på spillebrettet, som sannsynligvis blir ensformig i lengden. De mest interessante oppgavene for en spiller vil sannsynligvis være puslespiloppgavene. En større variasjon i de andre oppgavene vil være nødvendig for å holde på en spillers interesse. Et spill kun basert på å løse puslespiloppgaver vil sannsynligvis også begrense målgruppen.

For å gjøre spillet mer interessant og variert kunne det inkluderes et platformelement i spillet. Et platformelement vil passe bra til settingen da det kan tenkes at et skjult skattekammer kan ha hindre og feller. For kun spillede-

signets vil større variasjon kunne skape en bedre spillopplevelse. I læresammenheng, og spesielt i skolesammenheng, vil et platformelement begrense målgruppen ytterligere siden det kreves større fysisk dyktighet. Den fysiske utfordringen er irrelevant for hva som skal læres og kan gjøre det vanskeligere å nå de delene av spillet som skal føre til læring. I et læringsspill bør ikke spilldesignet gå på bekostning av læringen. Skal det innføres mer variasjon bør dette også føre til læring. Hvis dette ikke lar seg gjøre bør det balanseres nøye slik at læringen ikke blir overskygget av andre sider ved spillet.

Et problem med designet er at juksing er veldig lett tilgjengelig. I puslespilloppgavene skal spilleren kopiere et gitt bilde med puslespillbrikkene, men teknologien klarer ikke å teste om spilleren faktisk bruker de korrekte brikkene. Teknologien gir kun et binært resultat, om det ligger noe i en celle eller ikke. Ved å bare fylle formen skal fylles med arealbrikker, eller andre mørke objekter, vil man få noe som aksepteres som korrekt svar. Dette kan føre til at utålmodige sjeler tar snarveier. Ved at juksing er så lett tilgjengelig mister puslespilloppgavene noe av sin verdi[13].

5.2 Læring

Spillet læringsgrunnlag feiler hovedsakelig fordi det kun er basert på oppgaveløsning. Denne oppgaveløsningen er ikke noe annerledes i spillform enn den ville vært utenfor spillet. Kontinuerlig løsning av oppgaver vil ikke gi en større forståelse for matematikken og hvordan verden fungerer. Istedenfor å kun løse oppgaver bør spillet ha problemer som legger til rette for utforskning og individualitet.

Problemet med kun oppgaveløsning er at det kun kan forbedre elevens evne til å løse like oppgaver, ikke bidra til elevens hjerneutvikling. Det kan tenkes at spilllets oppgaveløsning ikke bidrar til forståelse, kun gjenkjenning av oppgaver og deres løsning. Spilleren kan oppdage hvordan man kan få et korrekt svar uten å egentlig forstå hvorfor, sammenlignbart med å bruke en formel man egentlig ikke skjønner på en gjenkjennbar oppgave. God læring vil utvikle nye tankemønstre og tenkemåter som kan brukes for å forstå verden, slik Paperts LOGO inkluderer ”Computational Thinking”. Hvis det utviklede spillet kan bidra til læring vil det være konkretiseringen av noen abstrakte begreper som areal, brøk, desimal og prosent. Bidraget vil al-

likevel være minimalt siden man ikke bruker eller utforsker, man bare løser oppgavene. Sannsynligvis vil oppgavene som blir løst nesten være glemt før man kommer til neste oppgave.

Identiteten spilleren inntar som oppdager i et skattekammer kan obstruere koblingen til matematikk. Den virtuelle identiteten spilleren tar på seg bør skape en relasjon til den ekte identiteten slik at matematikken får en verdi. Det å være en oppdager i et skattekammer kan være noe som oppleves som virkelighetsfjernt for en spiller. Det at matematikk kan være nyttig i skattekammeret trenger ikke å bety at den kan være nyttig for andre aspekter av livet. Den virtuelle identiteten trenger ikke å direkte være en matematiker, slik som den i praksis er i Paperts LOGO, men bør gjøre at spilleren skjønner at matematikken man lærer kan ha verdi for spilleren selv. Verdi kan komme fra at spilleren kan relatere det til noe han selv synes har verdi, at man kan lage noe, eller at det forklarer hvordan verden fungerer.

Spillets mangel på variasjon i måten oppgaver kan løses på går på bekostningen av individualisering. Siden læring foregår i eleven selv, vil det naturlig kreve individualisering for å fungere optimalt. Hvis spillet fungerer som læringsverktøy for noen, er det langt i fra sikkert at det fungerer for alle. Spesielt hvis spillet skal brukes i skolesammenheng vil muligheter for individualisert læring kunne anses som et krav. Sammenlignet med Seymour Paperts LOGO mangler spillet frihet. LOGOs åpenhet gjør at det for et problem finnes veldig mange forskjellige måter man kan komme til samme resultat, samt at hva man faktisk vil oppnå også er en frihetsgrad i seg selv. I det utviklede spillet er målet og problemene allerede definert, så denne frihetsgraden mangler.

Spilledesignet har inkludert utforskning, men ikke utforskning i læringssammenheng. Utforskningen i spillet skjer ved at skjulte områder kan oppdages for å avdekke nye biter av historien. I oppgavene i seg selv foregår det ikke annen utforskningen en prøving og feiling for å finne korrekt svar. Denne typen utforskning vil ikke bidra til økt læring, tvert i mot. Ved å tilfeldigvis klare en oppgave vil spilleren bare gå videre uten å reflektere over hvorfor det plutselig var korrekt.

5.3 Komplet system

Teknologien er her mest en gimmick, da utbyttet man får fra å løse oppgavene fysisk istedenfor å løse de på andre måter er diskutabel. Det kunne ha vært mer fornuftig å bruke teknologi som allerede finnes og har andre bruksområder, som for eksempel nettbrett, tegnebrett, eller andre liknende løsninger. Det å måtte kjøpe inn hardware for kun ett spesifikt spill kan være lite attraktivt for eventuelle kunder.

Teknologien med spillebrett og spillebrikker er begrensende for hva systemet kan brukes til. Det at cellene er diskrete og kun har én binær verdi gjør at oppgavene man kan lage er begrenset. Polygoner med rette vinkler er de eneste geometriske figurene som gir mening på prototypens spilleflate. En kontinuerlig spilleflate kan åpne opp for oppgaver om blant annet geometri, trigonometri og vektorer.

Spilldesignet kan oppsummeres som akseptabelt, men læringsgrunnlaget er fraværende. Spilldesignets tema er basert på den allerede utviklede teknologien, og videre avgjørelser er tatt på grunnlag av temaet. Dette gjør at teknologi, mekanikk, estetikk og historie harmoniserer. En begrensende teknologi vanskeliggjør dog designet av et interessant spill og er en stor faktor i at spillet kan oppleves som kjedelig og lite variert. Spillteknologien gjør det også enkelt å jukse, som gjør at belønninger og den verdien spilleren føler at løsning av oppgavene gir blir redusert. Den største grunnen til at læringsgrunnlaget feiler at problemene spilleren møter koker ned til oppgaveløsning. Oppgavene legger ikke til rette for individualitet og utforskning. Et læringspill, uansett hvor godt dataspillet er for seg selv, feiler hvis læringen ikke er tilfredsstillende.

6 Veien videre

Det systemet som er utviklet i denne oppgaven bør ikke videreføres. Hvis det skal lages et læringsspill kan lærdom fra denne oppgaven brukes, men det bør utvikles et helt nytt system.

Først og fremst bør læringen og spilldesignet behandles som én enhet. I et godt læringsspill er spillsiden av systemet mer enn et verktøy for motivasjon. Istedenfor å prøve og gjøre læringen morsommere ved å ”kamouflere” noe som kan virke kjedelig, bør spilldesignet og læringen ikke behandles som separate deler. Fra Gee kan man se hvordan dataspill legger til rette for læring, slik at spilleren blir bedre på selve spillet[7]. Hvis det er mulig kan man få spilleren, ved hjelp av de samme metodene, til å lære innad i spillet lærdom som også er nyttig utenfor spillet.

Den virtuelle identiteten spilleren tar på seg bør forenkle brobygging mellom matematikk og den virkelige verden. Ved å utnytte dataspillet, for å lage en mikroverden hvor det man lærer har verdi, kan dette gjøre det lettere for eleven å se verdien av matematikken. Dataspillet kan konkretisere matematikken slik at forståelse blir enklere å oppnå. Selv om læringen for å bli god i selve spillet fungerer kan en for fjern virtuell identitet obstruere for overføringen til den virkelige identiteten. Eksempelvis kan det diskuteres om en spiller som bruker matematikk for å beseire en drage i et spill i etterkant vil føle at den samme matematikken har verdi i den virkelige verden.

Læringspillet bør legge til rette for nye tankemåter og tankemønstre. Spillet vil ha større verdi hvis det klarer å utvikle brukeren som helhet, ikke bare lære brukeren spesifikke områder i et gitt fagfelt. Et godt eksempel på hvordan dette fungerer er Paperts LOGO og hvordan det legger til rette for ”Computational thinking”.

Læringspillet bør legge til rette for individualisert læring. Tradisjonelt i dataspill løses problemet med individualisering ved å innføre forskjellige roller. Det kan allikevel tenkes at dette ikke er en tilfredsstillende måte å løse problemet på i læringsspill, da læring sannsynligvis er mer individualisert enn om man vil stå fremst og slå med sverd, eller stå lengre bak og bruke magi. Man finner en mer læringsrettet individualisering i programmering, som i for eksempel Paperts LOGO. LOGO løser individualiseringsproblemet ved

å gi brukeren grunnleggende byggeblokker. Disse byggeblokkene brukes for å utvikle systemet videre, slik at brukerne i praksis lager sitt eget system. Dataspill har allerede former for generaliseringer, som for eksempel tema, karakterer, mekanikk, historie, etc., som gjør at økt individualisering gir økt kompleksitet. Individualisering for læring i dataspill er en vanskelig oppgave, men er nødvendig for at et læringsspill skal fungere optimalt.

7 Referanser

References

- [1] *Conrad Wolfram's TED Talk: "Stop teaching calculating, start teaching math"*. Tilgjengelig fra: <http://blog.wolfram.com/2010/11/23/conrad-wolframs-ted-talk-stop-teaching-calculating-start-teaching-math>. Accessed: 12.05.2017.
- [2] *Logo history*. Tilgjengelig fra: http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/history.html. Accessed: 13.05.2017.
- [3] *Logo programming*. Tilgjengelig fra: http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_programming.html. Accessed: 12.05.2017.
- [4] L. Blackwell, K. Trzesniewski, and C. S. Dweck (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development*, 78(1):251.
- [5] J. Boaler (2016). *Mathematical Mindsets*. Jossey-Bass.
- [6] Csizmadia and et al. (2015). Computational thinking: A guide for teachers. Tilgjengelig fra: <https://community.computingatschool.org.uk/resources/2324>, Accessed: 31.05.2017.
- [7] J. P. Gee (2014). *What video games have to teach us about learning and literacy*. St. Martin's Press.
- [8] C .M. Mueller and C. S. Dweck (1998). Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(1):22–52.
- [9] S. A. Papert (1971). Teaching children to be mathematicians vs. teaching about mathematics. Tilgjengelig fra: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/5837>, Accessed: 20.04.2017.
- [10] S. A. Papert (1984). *Microworlds: Transforming education*. Tilgjengelig fra: http://dailypapert.com/wp-content/uploads/2016/08/papert_microWorlds_chapter.pdf, Accessed: 13.05.2017.

- [11] S. A. Papert (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- [12] K. Rosland (2011). Maslows behovspyramide. Tilgjengelig fra: <http://ndla.no/nb/node/85351?fag=102780>, Accessed: 01.06.2017.
- [13] J. Schell (2015). *The art of game design: A book of lenses*. CRC Press.
- [14] J. H. Skaug and V. Guttormsgaard (2014). Notat: Dataspill i skolen. Tilgjengelig fra: <https://iktsenteret.no/ressurser/notat-dataspill-i-skolen-0>, Accessed: 12.05.2017.
- [15] V. Stengrundet (2016). Dataspill som undervisningsverktøy: Utviklingen av et matematikkspill.