

DDU Eksamensprojekt

Problemidentifikation

Vi har valgt at arbejde ud fra casen "Undervisning". Vi vil altså gerne forbedre kvaliteten af undervisningen, og hvor meget eleverne får ud af den.

Mange elever føler ikke undervisningen er interessant og føler sig ikke særlig motiveret. Faktisk er det, ud fra en amerikansk undersøgelse, næsten 60% af eleverne, der ikke finder skolen eller undervisningen interessant.¹ Derfor bliver vi nødt til at forbedre undervisningen, men det er ikke altid helt lige til. God undervisning kræver først og fremmest en engageret og motiveret lærer. Elever har det nemlig med at have mere energi, være mere interesseret og mere nysgerrige. Hvis en lærer derimod er umotiveret, vil det have negative effekter på undervisningskvaliteten, og eleverne vil ikke få ret meget ud af det.² En anden vigtig faktor er også, hvor spændende eleverne synes undervisningen er. Hvis eleverne har det sjovt imens de lærer, vil de have nemmere ved at huske det de har lært, netop fordi processen har været sjov.³ God undervisning kræver desuden også, at eleverne deltager aktivt, da dette også øger læringen betydeligt⁴.

Hvis eleverne ikke får nok ud af undervisningen, vil det påvirke deres karakterer negativt, og dette kan ofte lede til lavere selvværd.⁵ Lavere selvværd er desuden ofte forbundet med højere risiko for depression, og det kan også lede til ensomhed.⁶ Hvis man er virkelig hårdt ramt af depression, kan det i sidste ende lede til forsøg på selvmord.

Hvis man klarer sig knapt så godt i skolen, kan det også blive sværere at få en god uddannelse, og bedre uddannelser betyder som oftest højere løn, når man kommer på arbejdsmarkedet.⁷ En højere indkomst betyder desuden også, at man vil have færre helbredsproblemer og generelt leve et sundere liv, og det modsatte gælder for folk med lavere indkomst.⁸

Et af de fag, som eleverne især oplever er svært, er fysik. En undersøgelse viser, at 57% af de deltagende studerende synes, at fysik var meget svært. Dette var endda iblandt i universitetsstuderende som havde fysik, og altså kun de studerende der havde valgt at have fysik, var en del af undersøgelsen og derfor også dem, hvor en forbedring på undervisningen kunne gøre sig gældende.⁹

Samme undersøgelse viste også en række faktorer som elevernes synes var problemer eller øget sværhedsgraden af fysik-faget. Nogle af de vigtigste af faktorerne var mangel på motivation og interesse, for meget arbejde, der er meget materiale at lære, og fysikken er meget kompliceret abstrakt.¹⁰

¹ (Dr. Valjeaner B. Ford)

² (Cano, 2006)

³ (American English, 2016)

⁴ (Schritter, u.d.)

⁵ (Agnes G. d'Entremont, 2018)

⁶ (PsychCentral, 2022)

⁷ (Sullivan, 2017)

⁸ (Steven H. Wool, 2015)

⁹ (Ornek, Robinson, & Haugan, 2008)

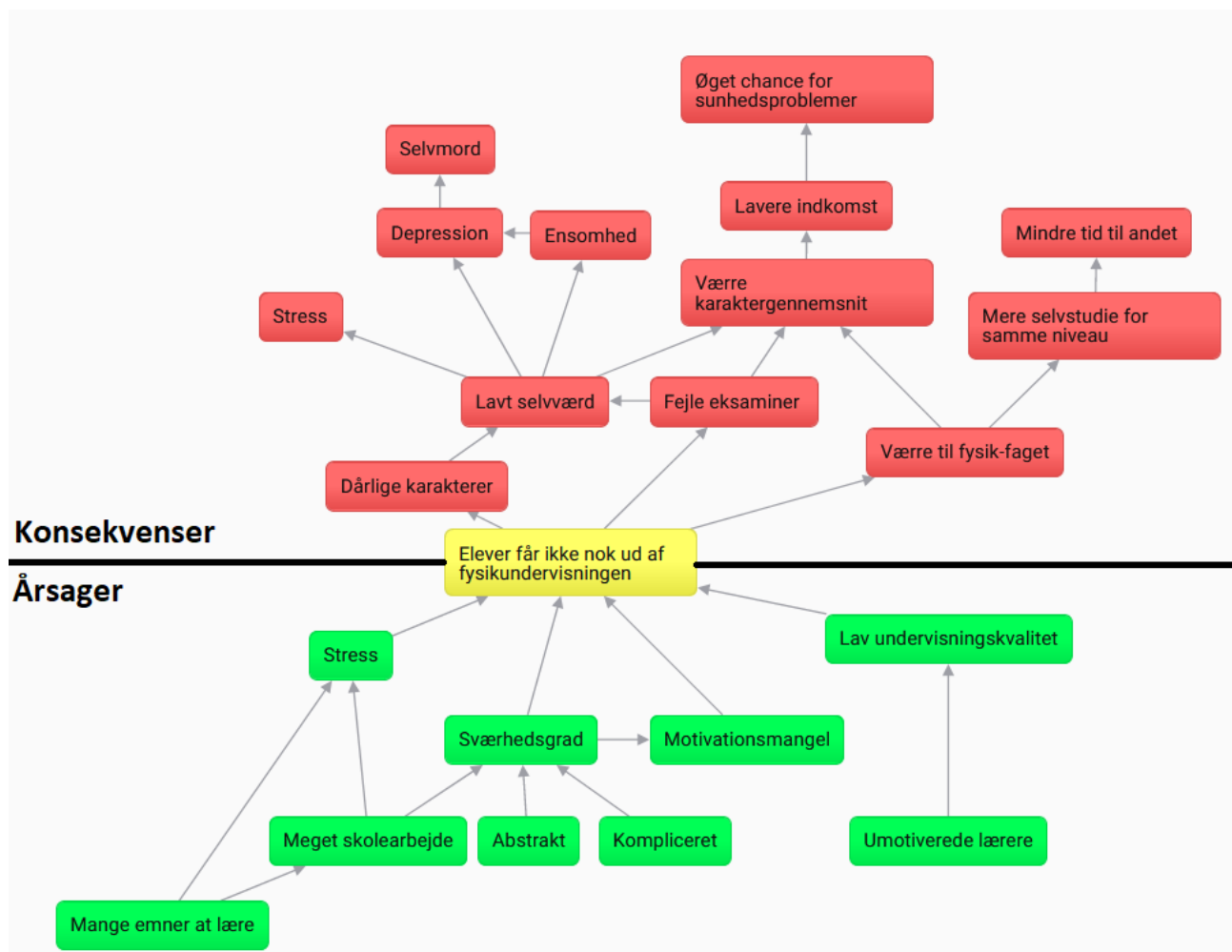
¹⁰ (Ornek, Robinson, & Haugan, 2008)

Ud fra dette har vi udarbejdet problemformuleringen:

"Hvordan kan vi hjælpe elever med at få mere ud af fysikundervisningen?", hvor problemet er at elever ikke får nok ud af undervisningen.

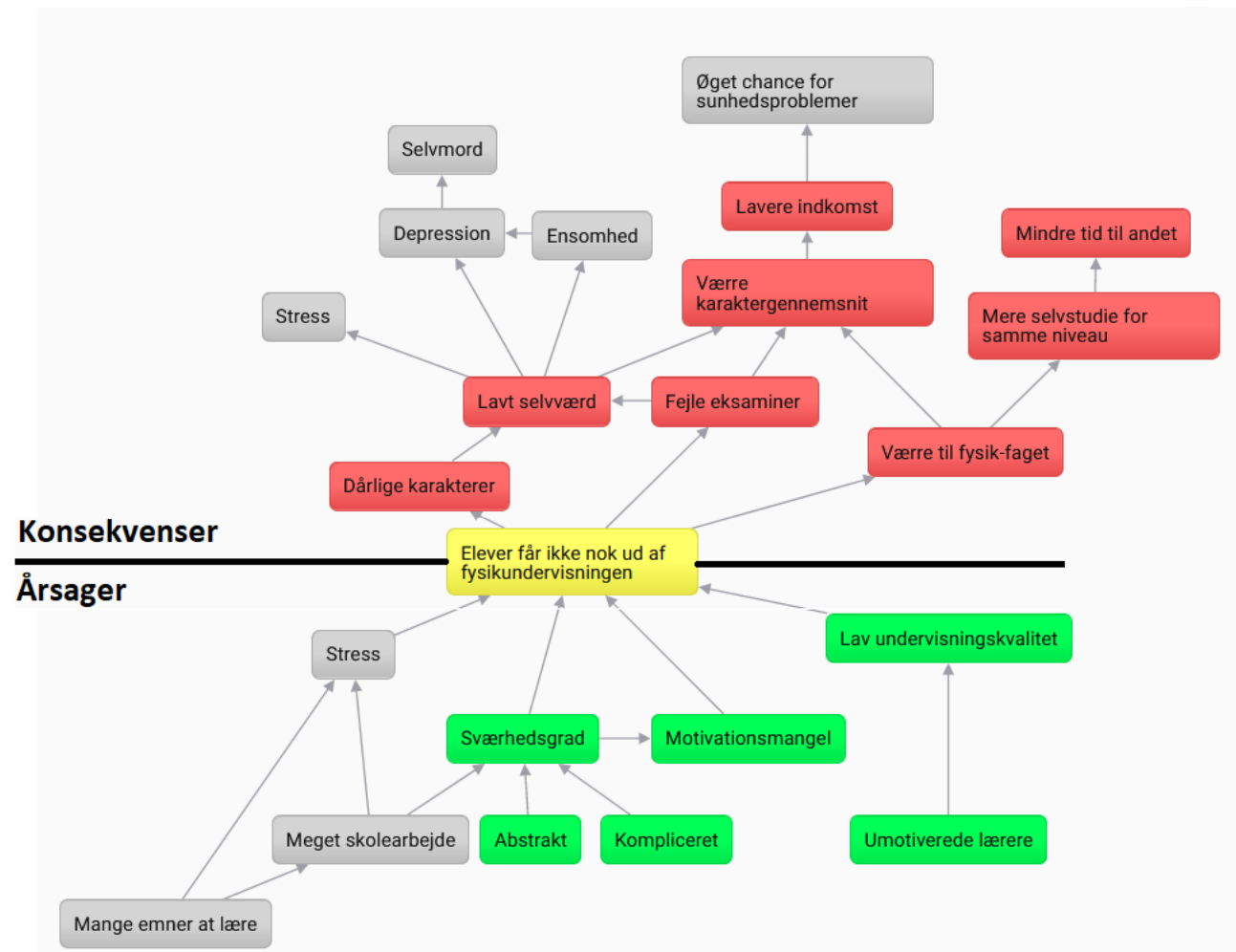
Problemtræ

Vi har herfra valgt at opstille et problemtræ for at illustrere problemet og hvilke konsekvenser og årsager det har.



Figur 1, Problemtræ lavet i bubbl.us

Vi har valgt at afgrænse dette problemtræ, for at fokusere mere på specifikke elementer, og dermed komme frem til en løsning på problemerne.



Figur 2, afgrænset problemtræ, hvor grå er fravalgte pointer, lavet i bubbl.us

Ovenstående er så vores afgrænsede problemtræ, hvor vi arbejder videre med de ting som ikke er blevet farvet grå.

Vi har valgt at fokusere på gamification, som er det, at tilføje spilfunktioner og mekanikker til noget, som normalt ikke har det, f.eks. undervisningen, og gøre det mere spilagtigt. Vi har valgt gamification, fordi det kan forbedre evnen til at lære nye ting med op mod 40%. Desuden øger det også graden af engagement og motivation hos brugerne, hvilket netop er en af kerneproblemerne for undervisningen.¹¹ Gamification kan derfor være en effektiv måde at forbedre undervisningen på, og hvor meget eleverne får ud af den. Vi vil desuden gerne sørge for at spillet er internationalt, så det kan bruges af så mange mennesker som muligt.

Ud fra det afgrænsede problemtræ er vi kommet frem til at den tekniske problemstilling "Hvordan kan vi udarbejde et internationalt computerspil til fysikundervisningen for at gøre undervisningen sjovere og øge elevernes læringsniveau?"

Til dette har vi udarbejdet en række underspørgsmål:

"Hvilke elementer fra en interessant undervisning kan inddrages i computerspil?"

¹¹ (Gabriela Kiryakova, 2014)

"Hvordan kan vi holde opmærksomheden på vores brugere?"

"Hvordan skal undervisningsmaterialet inddrages samtidig med at bevare spillets underholdningsværdi?"

"Hvordan kan vi sørge for relevant undervisningsmateriale til vores brugere?"

Problemanalyse

Hvilke elementer fra en interessant undervisning kan inddrages i et computerspil?

I en rapport fra københavnsuniversitet ved titel "Fremtidens naturfaglige uddannelser, Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi", skriver de følgende om den naturfaglige undervisning i folkeskolen og gymnasiet "Naturfagsundervisningen har den meget vigtige funktion at bidrage til at elever og studerende kan opleve at være en del af naturen og erkende nye måder at arbejde med naturen. Undervisningen kan motivere til at fastholde følelsen af glæde ved at befinde sig i og opleve natur, vække forundring, nysgerrighed og refleksion over naturfænomener og bidrage til udvikling af ansvarlighed over for naturen."¹² Her står der, at eleverne burde føle sig nysgerrige over for det, de bliver lært i den naturfaglige undervisning. Det er altså ikke nok for eleverne bare at lære, men de burde kunne eksperimentere og få en praktisk forståelse af, hvordan den naturfaglige undervisning hænger sammen med den verden, eleverne lever i.

Inquiry-based science education også kendt som IBSE(UBNU på dansk), fortolkes anderledes fra land til land, men ideen går grundlæggende ud på at have en undervisning, der giver mulighed for elever, for selv at kunne stille spørgsmål, og få lærerne til at guide dem på en måde, som skal kunne gøre, at de praktisk selv skal kunne tænke sig frem til løsningen.¹³ Det skal altså gøre det muligt for eleverne selv at kunne styre noget af undervisningen, og kunne give en bedre grundforståelse for den naturvidenskabelige metode, med formål om at give eleverne bedre naturfaglige kompetencer.¹⁴ Et spil vil altså kunne gøre det muligt for eleverne at overveje, hvilke valg de skal tage for at kunne have fremskridt. Eleverne skal altså kunne overveje hvilke mulige parametre der er mulige for dem at ændre, og skal kunne både eksperimentalt prøve sig frem, men også kunne trække på deres tidligere viden for at kunne lave fremskridt. Hvis et spil kan holde op til de kriterier ville man kunne omforme et spil baseret på IBSE metoden.

Resultater fra en undersøgelse i Portugal, viser hvordan IBSE-metoden kan gøre eleverne mere behagelige med en metode, hvor de prøver sig frem, og eleverne viste sig til at være mere autonome og var bedre til selv at kunne komme frem til løsninger.¹⁵ Det var også lagt mærke til hvordan eleverne begyndte at være mere reflektive og kritiske overfor den eksperimentale proces.¹⁶

Hvordan kan vi holde opmærksomheden på vores brugere?

Der er en række ting vi kan gøre for at holde opmærksomheden på computerspil, men for at holde vores brugeres opmærksomhed, skal vi måske åbenlyst, gøre spillet sjovt. Dette er der mange måder at gøre, men en general tilgang kan beskrives ved følgende figur:

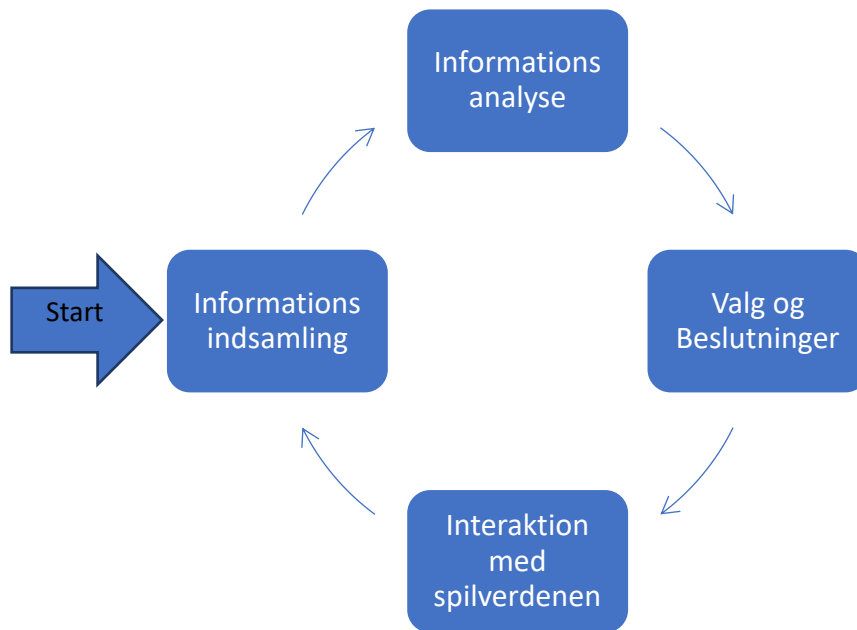
¹² (Andersen, Busch, Troelsen, & Horst, 2003)

¹³ (Østergaard, Sillasen, Hagelskjær, & Bavnghøj, 2010)

¹⁴ (Østergaard, Sillasen, Hagelskjær, & Bavnghøj, 2010)

¹⁵ (Tavares, Silva, & Bettencourt, 2014)

¹⁶ (Tavares, Silva, & Bettencourt, 2014)



Figur 3, udarbejdet ud fra (Fabricatore, 2007)

En spiller starter med at skulle indsamle information fra spillet, altså se på hvilke muligheder spillet viser dig. Herfra skal spilleren analysere disse muligheder, for at vurdere, hvad de hver især vil opnå. Dette vil så lede til et valg fra spilleren, som vil have en indflydelse på spilverdenen og dermed lede til ny information som spilleren kan få. Sådan vil det så fortsætte som en cyklus, for forhåbentligt at opnå et underholdende spil.¹⁷

Det vigtigste for at have et sjovt spil, er godt 'gameplay', hvor gameplay er bygget op af en række funktioner og mekanikker, som spilleren kan lære og bruge i spillet. Det er desuden vigtigt at tiden brugt på at lære en mekanik i spillet, passer til hvor relevant den funktion er. Man skal altså kunne føle at ens tid ikke er spildt, og at funktionerne i spillet man lærer, kan blive brugt umiddelbart efter den er lært, for at få funktionen til at virke vigtigere.¹⁸

I vores tilfælde ville dette kunne opnås med at introducere nye fysik-koncepter, som spilleren derefter kan benytte for at komme videre i spillet. På denne måde kan vi tilføje funktioner til vores spil, som kan føles relevante og samtidig er med til at forbedre spilleren i fysik.

Ifølge en undersøgelse inden for gamification, har et point, score eller xp-system positive effekter på læringen. Det samme gælder for ting som leaderboards, achievements og missioner.¹⁹ Disse koncepter kan altså med fordel inddrages i et spil for at øge læringen og formentlig også deltagelsesniveauet hos eleverne.

¹⁷ (Fabricatore, 2007)

¹⁸ (Fabricatore, 2007)

¹⁹ (Jenni Majuri, 2018)

Hvordan skal undervisningsmaterialet inddrages samtidig med at bevare spillets underholdningsværdi?

Udover det vi allerede har nævnt i forhold til at have et underholdende spil, hvor vi holder spillerens opmærksomhed, skal vi også sørge for mere specifikt at undervisningsmaterialet ikke gør spillet for kedeligt.

Når vi skal holde opmærksomheden på vores spillere, er det vigtigt at vi heller ikke ofrer for meget af læringsindholdet. Dette er nødvendigt for at spillet bliver både sjovt, mens samtidig lærer spillerne noget. Vi skal være opmærksomme på dette problem, da det anses som svært at opnå.²⁰

Der skal altså være et fokus på at skabe denne balance mellem undervisning og underholdning. For at opnå det kan man sørge for at selvom læringsindholdet selvfølgelig er en del af spillet, skal det ikke føles som meget som dets fokus. Det skal mere være op til spilleren selv at lære og spillet skal sørge for at give den mulighed, og kunne eventuelt belønne spilleren for at gøre det. På denne måde føles det ikke som at spillet stopper, bare fordi man nu skal lære noget.²¹

Hvordan kan vi sørge for relevant undervisningsmateriale til vores spillere?

Undervisningen skal selvfølgelig være relevant for brugerne, da det, de lærer, ellers ikke vil være særlig anvendeligt. En måde at sikre undervisningens relevans på, er at tage udgangspunkt i elevernes pensum, eller i de bøger der bliver udleveret. På denne måde ved vi, at de opgaver eleverne skal løse, også vil være noget de enten har eller skal arbejde med i fremtiden.

Et amerikansk high school pensum vil typisk indeholde emner som kraft og bevægelse, energi, bølger, elektromagnetisk stråling og elektricitet²². Dette er også store emner inden på Orbit B htx/eux bogen, og det vil derfor formentlig være en meget god idé, at inddrage disse emner, da de tydeligvis er relevante for fysikstuderende.

Man kunne også sørge for materialets relevans ved at give spilleren mulighed for selv at vælge emne. På denne måde vil spilleren kunne vælge det, der er mest relevant for dem. Det betyder også, at flere elever vil kunne gavne fra spillet, da det kan handle om flere emner. Dog ville det nok stadig være en god idé, at tage udgangspunkt i de emner, der er i pensum og bøgerne. Et problem ved denne løsning er dog, at elever måske har tendenser til at undgå specifikke emner, de finder svære. En undersøgelse har desuden også vist, at mixed learning, altså hvor man lærer om forskellige emner på en gang, ofte resulterer i bedre læring.²³ Det er desuden heller ikke alle spil, hvor valg af emne ville give mening.

Produktprincip

Vi har opstillet følgende krav ud fra vores problemanalyse, og videre undersøgelse:

Produktet som skal kunne løse problemet skal kunne have følgende egenskaber

²⁰ (Harteveld, Guimarães, Mayer, & Bidarra, 2007)

²¹ (Markland, 2013)

²² (Cliffside Park School District, 2023)

²³ (Henry L. Roediger III, 2012)

	Beskrivelse	Begrundelse
Hårde Krav		
Progression	Der skal være en måde at komme fremad i spillet på, fx levels eller achievements.	Som beskrevet tidligere, er det vigtigt med en form for progression, fordi det øger læringen og deltagelsesniveauet hos spillerene.
Problemløsning	Spilleren skal selv forstå problemet, og derefter selv finde en måde at løse det på.	Dette er vigtigt, da det sørger for at eleverne selv bliver nødt til at tænke over problemet, og hvordan det kan løses, hvilket øger elevernes deltagelsesniveau, som resulterer i bedre læring.
Relevant fysik	Der skal indgå elementer af relevant fysik i spillet.	Der skal indgå relevante fysik elementer i spillet, så vores spillere kan lære noget anvendeligt materiale inden for fysik.
Bløde Krav		
Underholdende	Spillet skal være sjovt og underholdende for eleverne.	Dette er vigtigt, da et underholdende spil, vil betyde at eleverne får en bedre oplevelse og dermed vil de have mere lyst til at lære, og kvaliteten af læringen vil desuden også stige.
God balance	Der skal være en god balance mellem mængden af læringsindhold og spilindhold.	En god balance er, som beskrevet tidligere, vigtig, da spillet både skal være lærerigt, men samtidig skal underholdningen ikke ofres for læringen.

Krav	Vægt	Begrundelse
Progression	2	Progression er fint nok at have, netop fordi det øger læringen, dog er der også nogle i samme undersøgelse, der ikke mener, det har en effekt på læringen. Progression er altså ikke et nødvendigt krav, for at have et lærerigt spil. Vi har derfor vurderet, at progression skal have en vægt på 2.
Problemløsning	5	At eleverne selv bliver nødt til at forstå og tænke over problemet, er meget vigtigt, da mangel på dette er en af hovedårsagerne til,

		at elever har svært ved fysik. Det øger desuden også deltagelsen betydeligt, da eleven ikke længere bare er en passiv lytter. Vi mener derfor, at problemløsning skal have en vægt på 5.
Relevant fysik	5	Hvis ikke fysikken er relevant, vil eleverne ikke kunne bruge det til noget, og vores produkt vil dermed miste hele dens funktion. Relevant fysik skal derfor have en vægtning på 5.
Underholdende	3	Underholdning er som beskrevet tidligere vigtigt for god læring, da det øger både selve læringen og lysten til at lære mere. Vi mener derfor, at underholdende skal have en vægtning på 3.
God balance	3	Som beskrevet i problemanalysen, er en god balance rimelig vigtig, da for lidt læringsindhold vil betyde, at eleverne ikke lærer nok, og for meget læringsindhold, vil betyde at eleverne ikke finder spillet særlig spændende, og dermed vil de også lære mindre. Hvis vores produkt skal kunne opnå sit formål, er en god balance altså rimelig vigtig. Derfor skal den have en vægtning på 3.

Løsningsforslag

Efter at have fundet frem til kravene, har vi lavet en brainstorm, for at komme på ideer som kan løse vores problemstilling:



Figur 4 - Vores løsninger

Efter at have kommet frem til disse løsninger har vi valgt at bruge lyskryds-metoden, for at indskrænke mængden af løsninger til dem vi gerne vil fokusere på



Figur 5 - Lyskrydsmetoden

Her har vi inddelt ideerne i grønne, gule og røde. Hvor grønne er ideer vi gerne vil arbejde videre med, gule er ideer vi kan overveje at bruge eller kigge tilbage på, og røde ideer er ideer som vi ikke arbejder videre med.

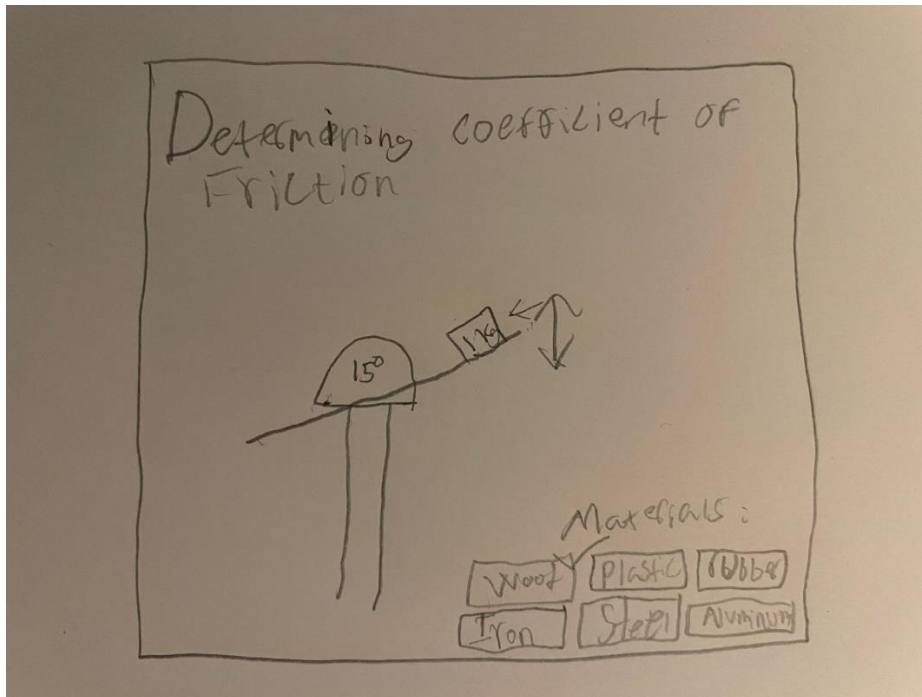
Vi har altså valgt at arbejde videre med følgende løsningsforslag: Et sandbox spil hvor man bl.a. kan opsætte forsøg virtuelt, en platformer, hvor fjenderne og omgivelserne manipulere fysikken omkring sig, et puzzle spil hvor man løser levels vha. fysikkendskab og et survivalspil hvor du skal bruge fysik for din overlevelse og progression.

Vi har så tænkt videre på disse ideer og lavet dem til mere konkrete løsningsforslag.

Sandbox spil

Dette ville være et sandbox spil, som ville fungere ligesom en slags virtuelt fysiklokale. Her ville man kunne udrette forsøg, ligesom vi gør i fysik fx med elektriske kredsløb, friktion, optisk gitter og specifik varmekapacitet. På denne måde ville man kunne lære om fysik, og selv praktisk udøve det (virtuelt), uden

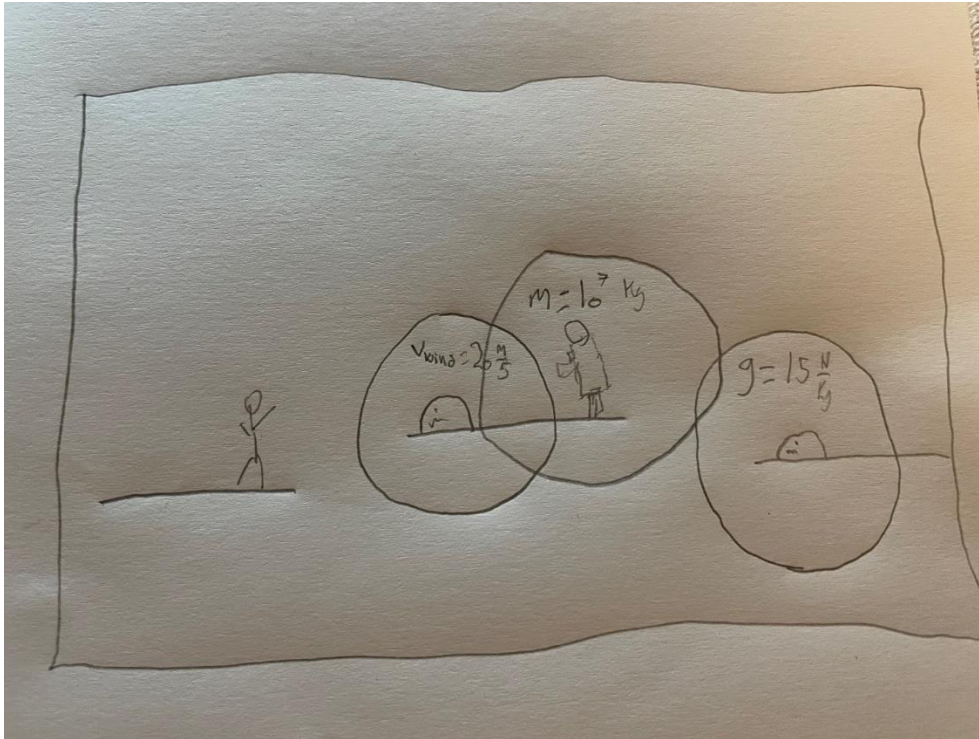
at behøve adgang til fysiklokalet, eller hvis man har brug for at udøve et forsøg igen, som man ikke helt kan huske.



Figur 6 - Sandbox Spil løsningsidé

Platformer

Dette ville være et mere traditionelt spil, som fungerer som platformer, og hvor fjenderne omkring dig ville påvirke de fysiske kræfter omkring dig, dette kunne være ved at sænke tyngdekraften omkring dem, eller du mister friktion hvis du bliver ramt etc. Omgivelserne kunne kræve fysikkendskab ved ting såsom at dræbe dig, hvis der løber for meget elektricitet gennem spilleren, eller genstande rammer spilleren med for meget energi.

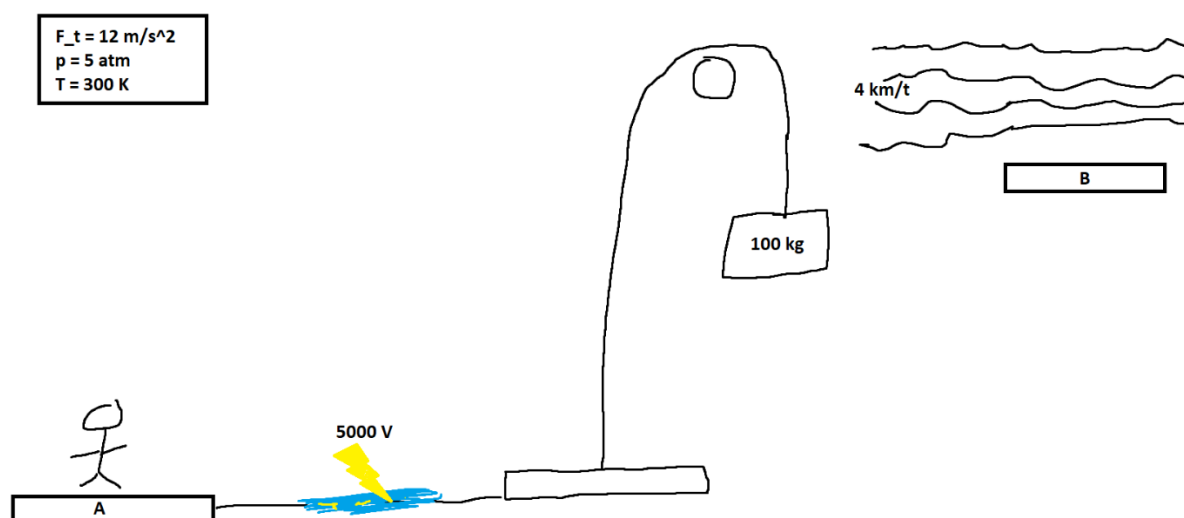


Figur 7 - Platformer løsningsidé

Puzzle spil

Formålet med spillet ville være at få en person fra A til B, men der er diverse forhindringer i vejen.

Puzzle spillet skal fungerer lidt ligesom et spil såsom Poly Bridge. Det vil sige at man bliver givet et level, som man kan interagere med for at ændre på fysiske elementer i spillet, dette kunne være de fysiske konstanter, tyngdekraften, massen på forskellige genstande osv. Herefter kan man så trykke på en knap for at prøve de ændringer man har lavet. Først nu vil personen i spillet bevæge sig, og hvis du har ændret på værdierne korrekt, kommer personen fra A til B, og du kan gå videre til næste level.



Figur 8, Skitse af elementer i et fysik puzzle spil

Survival spil

Dette ville være en form for overlevelsesspil, hvor du ville skulle bruge fysik for at overleve. Du ville fx skulle benytte snorkraften og vægtstangsprincippet til at løfte tunge objekter. Fald fra højder ville kunne skade karakteren, og bygning af huse eller andre strukturer er fritlegemeanalyse en nødvendighed, for at de ikke falder sammen. Finde optimale størrelse på vandhjul og evt. lave simple elektriske kredsløb. Dette ville forhåbentligt hjælpe med at skabe forståelse for hvad fysikken kan bruges til i den virkelige verden.



Figur 9, Grov skitse af mulige elementer i survival spil

Endelig valg af løsning

For at komme frem til en endelig løsning har vi indsat vores krav og løsninger i et PV-skema. Her giver vi point til hver løsning ud fra alle vores krav. Vi multiplicere så disse point med vægtningerne for kravene og finder den samlede antal vægtede point for hver løsning. Herefter ser vi på hvilke krav har flest point.

Løsning:		Sandbox spil		Platformer		Puzzle spil		Survival spil	
Point og vægtet point:	Vægt	Point	Vægtet point	Point	Vægtet point	Point	Vægtet point	Point	Vægtet point
Progression	2	0	0	8	16	7	14	10	20
Problemløsning	5	10	50	4	20	10	50	6	30
Relevant fysik	5	10	50	5	25	7	35	6	30
Underholdende	3	4	12	9	27	7	21	9	27
God balance	3	1	3	6	18	8	24	5	15

Total point m. vægtning			115		106		144		122
----------------------------	--	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----

Sandbox spillet har ikke rigtig noget progression så vi gav den 0 point, men har til gengæld 10 point i problemløsning, da du selv skal opstille og lave forsøg, vi giver også 10 point i relevant fysik da man kan lave nogenlunde det samme som man kan i undervisningen. Selve underholdningen afhænger stort set kun af hvor sjovt du finder fysikken, og vi har derfor givet kun 4 point her. Det betyder at kravet om god balance kun får 1 point, da den i overvejende grad er fysikorienteret og ikke har mange underholdningsfaktorer. Den ender med en score på 115 point.

Platformeren kan have meget progression ift. stigning i level og progression gennem baner i spillet, så vi giver 8 point. Vi har dog kun givet 4 point for problemløsning, blandt andet fordi det er sværere at inkorporere meget relevant fysik. Da dette ligner mere 'normale' spil, har vi givet den 9 point for underholdende, og dermed har vi en nogenlunde balance på 6 point, med lidt mangel på relevant fysik. Den ender med en score på 106 point.

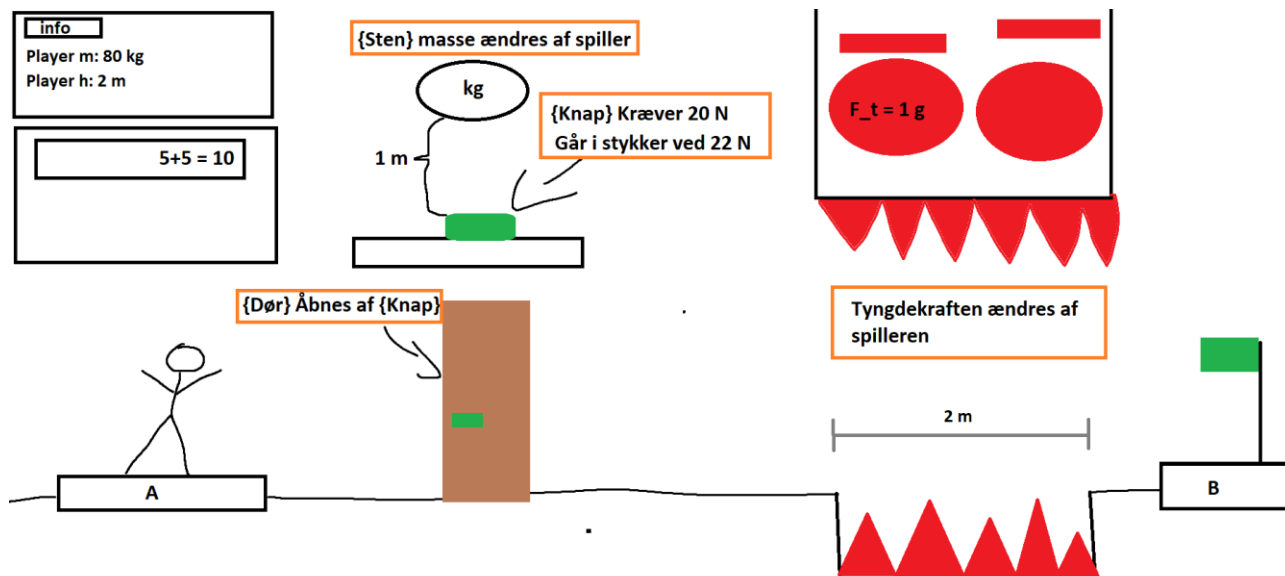
Puzzle spillet har progression i form af nye baner, og nye fysiske koncepter der kan introduceres, så vi giver 7 point. Da puzzle spil handler om at løse problemer har vi givet 10 point til problemløsning. Her ville man også kunne inddrage meget relevant fysik, da man kan interagere mere direkte med fysikken end i noget som en platformer og vi har derfor givet 7 point. Vi har valgt at give den 7 point for underholdende, da den vil være mere fysik-orienteret end platformeren, men stadig have mange 'normale' spilelementer. Dette giver den så en balance på 8 point. I alt får den en score på 144 point.

Survival spillet har vi givet 10 point i progression, da formålet med et survival spil, udover overlevelse, ville være progressionen, der ville gøre overlevelsen nemmere. For at overleve er problemløsning også relevant, men ikke til en virkelig høj grad, så vi har givet den 6 point her. Der kan også inddrages relevant fysik, men det er ikke alle emner der ville give mening at komme ind på, og vi har derfor kun givet 6 point. Vi har dog sagt den kan være meget underholdende og har givet den 9 point. På denne måde får vi en ok balance på 5 point. Dette giver en samlet antal point på 122.

Ud fra dette kan vi se at puzzle spillet har scoret højest, og det er derfor også det, vi vælger at arbejde videre med.

Produktudformning

Vores produkt er et puzzle spil, som går ud på at spilleren skal kunne manipulere fysiske konstanter og elementer for at have fremskridt. Spillet skal have flere levels, som eleverne skal kunne navigere til efter de har færdiggjort et level.



Figur 10 - Skitse af puzzlespil lavet i Paint

Produktet er i form af et spil, hvilket gør det nemt tilgængeligt for eleverne at kunne tilgå. Da man kan forvente at de fleste elever i udskolingen og gymnasiet har spillet computerspil før, ville det være nemmere for eleverne at komme i gang med de fysiske elementer af spillet.

Kravspecifikationer	Beskrivelse	Begrundelse
Level system	Spillet skal bestå af mange forskellige levels man klarer et efter et.	Dette er den primære måde at komme frem i spillet på, og det skal sørge for, at spillet er underholdende og engagerende.
Ændring af fysiske størrelser	Spilleren skal have mulighed for at ændre på fysiske størrelser for hvert level og på denne måde klare levellet.	Dette er måden, eleverne vil lære fysik på, da de selv skal regne sig frem til, hvad de skal ændre på og hvor meget, for at klare et specifikt level.
Lommeregner	Spillet skal have en indbygget lommeregner	Mange af opgaverne vil være umulige at løse i hovedet, og der skal derfor være indbygget lommeregner til rådighed, så man ikke behøver eksterne programmer.
Score system	Der skal være et score system baseret på, hvor hurtigt man klarer et level.	Dette skal også være med til at sørge for, at det er engagerende. Det skal desuden også gøre spillet
Hints	Spilleren skal have mulighed for at få et hint til, hvordan man løser levellet.	Hints skal sørge for, at spilleren ikke sidder fast i et level.
Achievements	Der skal være achievements, som	Dette skal være en sekundær

	man kan opnå på forskellige måder.	måde at komme frem i spillet på, og det skal også sørge for, at spillet er sjovt og engagerende.
Billedformat	Billedformatet skal være 16:9.	Billedformatet 16:9 er standarden for computerspil, og mange skærme har også samme størrelsesforhold. ²⁴ Derfor skal vores spil have samme format.

Produktet skal være intuitivt, så det er nemt at komme i gang med, og eleverne ikke skal spille tid på at finde ud af, hvordan spillet fungerer, frem for at spille spillet og lærer om fysik.

Projektforberedelse

Vi skal bruge følgende materialer ift. hardware og software.

Hardware

- Computer (Til programmering)

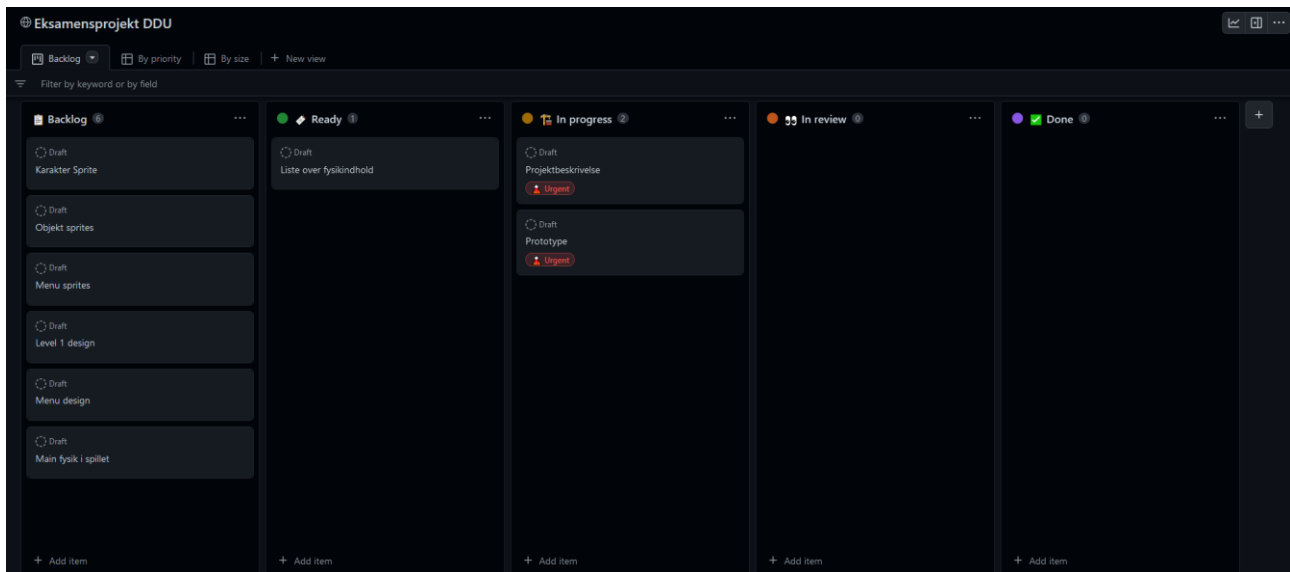
Software

- Processing
- Visual Studio Code
- GitHub
- SQLite3
- Piskelapp.com (til design)

Planlægningsværktøjer

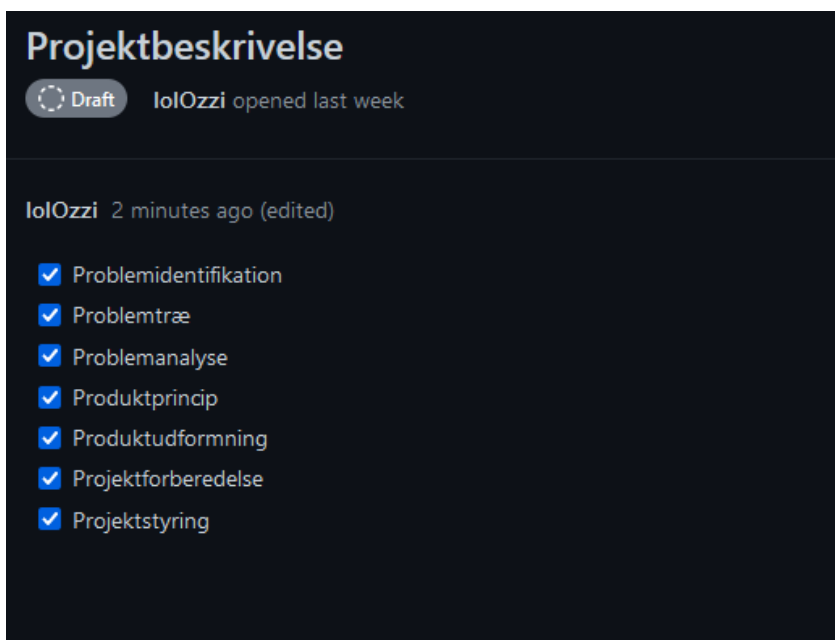
For at styre vores projekt har vi valgt at bruge et kanban-board på GitHub, som vi alle har adgang til. På denne måde kan vi nemt få oversigt over hvad der skal laves, og hvor meget progression vi har med hvert enkelt element af opgaven.

²⁴ (Bonk, 2022)



Figur 11, Projektstyring via. Github.

Til nogle ting har vi også inddelt dem yderligere i punkter sådan her:



Figur 12, Underpunkter for projektstyring via. Github

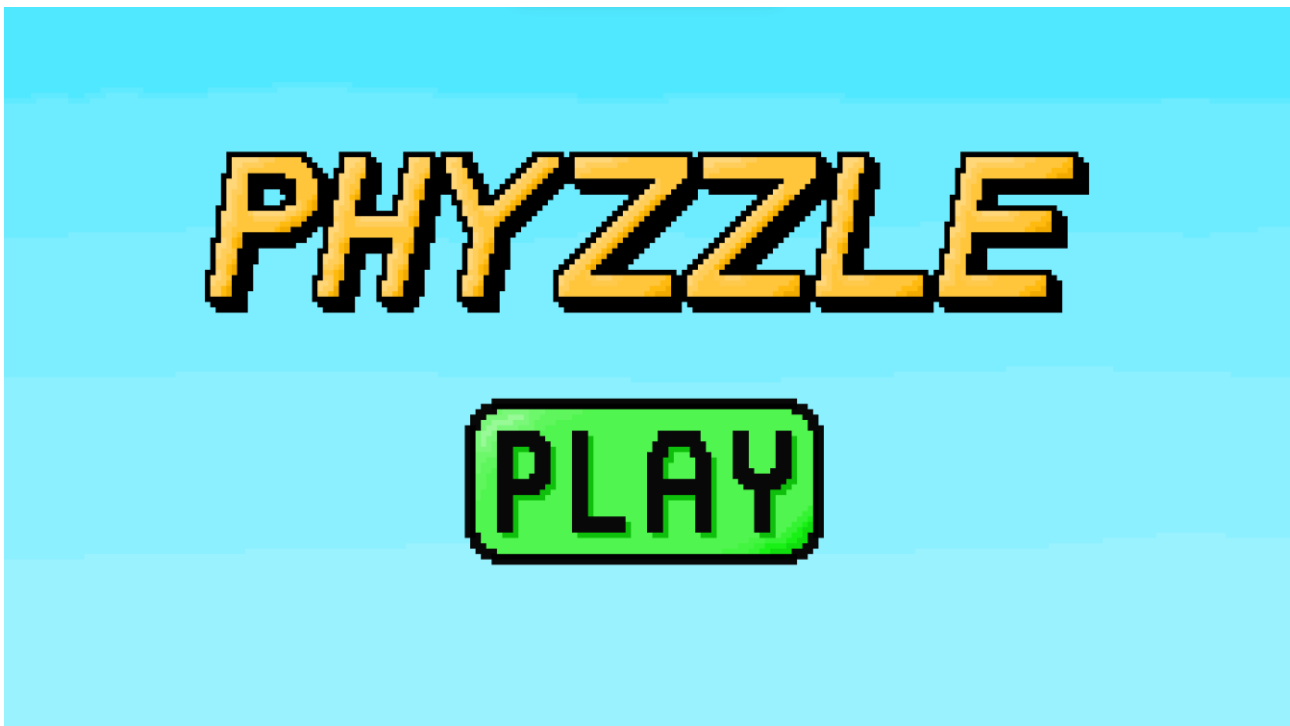
Beskrivelse af endeligt produkt

Det endelige produkt af dette eksamensprojekt er fysikspillet Phyzzle. Phyzzle er et interaktivt puzzle spil, lavet til folkeskole- og gymnasieelever så de kan forbedre sig til fysik. Den måde phyzzle hjælper eleverne på, er ved at hjælpe dem ved at visualisere alle kræfter, og vise hvad effekten er ved at ændre de forskellige størrelser i formlerne. Selve Phyzzle spillet består bare af 3 dele.

Der er den første del, som er introskærmen, hvilket bare er en baggrund og en knap med samme kunstnerisk stil som der er gennem resten af spillet. I baggrunden er der desuden noget musik, som kører igennem alle 3 dele af spillet.

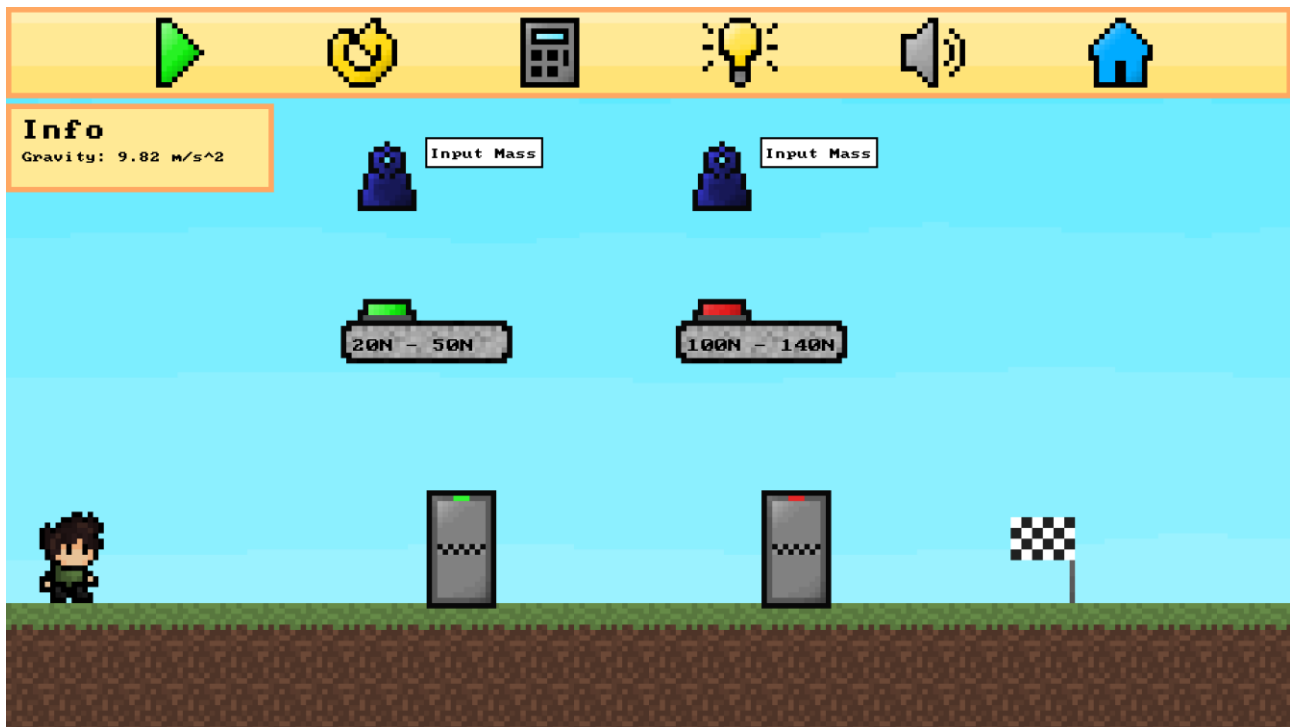
Knappen fører spilleren hen til den næste del af spillet, nemlig levelselectoren. Levelselectoren har den funktion der gør det muligt for spilleren at vælge hvilket level de skal spille. Levelselectoren består af dens titel og af markerede blokke som udgør de forskellige levels.

Når spilleren klikker på en af levelsne går spillet videre til det valgte level. Levellet er den sidste del og går ud på at spilleren på en eller anden måde skal hen på den anden side af skærmen. Levellet består af playeren nogle udfordringer han skal over ved at ændre en fysisk værdi for et af objekterne i levellet. Den fysiske værdi er en værdi spilleren skal finde ved at bruge deres fysik viden til at skue den rigtige formel til at bestemme den rigtige værdi. Spillerens mål er at starte spillet og få karakteren over til slutten så hurtig som muligt, da spilleren får en score som er bedre jo mindre tid det tager spilleren.



Figur 13, billede af Main menuen, det kan ikke ses på billedet men titlen er animeret.

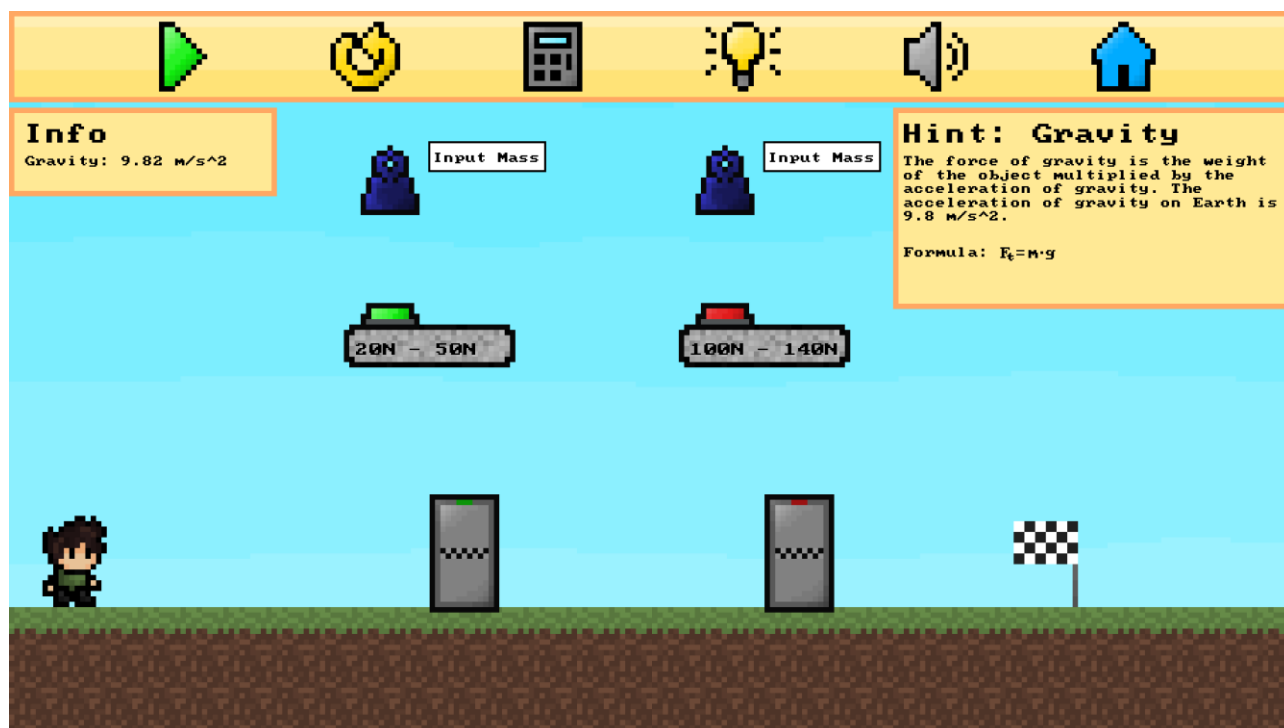
Til mainmenuen er der blevet valgt et forholdsvis simpelt design. Det er bare en baggrund med den animerede titel og en playknap. Baggrunden har vi valgt skal være simpel for at både titlen og knappen er det første man lægger mærke til. Dette er af to årsager. Den ene årsag er at vi gerne vil sørge for at spilleren kender navnet på spillet, og titlen er animeret for at der i det mindste sker noget bevægelse på skærmen, hvilket igen også tager opmærksomheden da det er det eneste der bevæger. Vi vil gerne sørge for at spillere husker titlen så spillet evt. kan sprede sig mund-til-mund. Den anden årsag er for at få spilleren til at klikke på knappen da det er formålet ved main menuen.



Figur 14, billede af første level, det kan igen ikke ses på billedet men dørene er også animeret.

Det første level har vi valgt at designe forholdsvis simpelt. Det første problem en spiller skal løse har at gøre med tyngdekraft. Dette er fordi at tyngdekraft er en del af første kapitel på begge læsebøger vi har til fysik.²⁵ Det kan derfor tænkes at andre også umiddelbart også lærer tyngdekraft som deres første emne. Det første level er med til at introducere hvordan spillet skal spilles og det er derfor nødvendigt at det er simpelt, så spilleren kan sætte større fokus på hvad der foregår, end hvordan problemet løses. Formålet ved levellet er at spilleren kan indsætte de rigtige masser, for at få tyngdekraften til at være stærk nok. Og hvis det ikke kan gennemskues at tyngdekraften skal bruges, kan man bruge hintet som forklarer en at det er tyngdekraften der skal bruges. Derudover supplerer hintet også spilleren med formelen for tyngdekraft.

²⁵Bøgerne Orbit B og Grundlaeggende fysikb



Figur 15, Level 1 med Hint

Her kan vi se at spilleren kan se et hint, fordi de har trykket på "hint" knappen. Her får de information om hvordan tyngdekraft fungerer både på skrift, og som formel.

For at beskrive en mulig bruger og på hvilken måde spillet kan interagere med målgruppen, har vi dannet en UserJourney over en potentiel spiller under spillet målgruppen. Herunder kan den persona der er brugt til userjourneyen ses.

Navn: Mark Andersen

Alder: 16 år

Beskrivelse: Mark Andersen er en 1.g gymnasieelev, der er lige begyndt på sin gymnasiale uddannelse. Han er en venlig og udadvendt ung mand, der er engageret i skolens fællesskab og interesseret i at lære nye ting. Men Mark har en udfordring, når det kommer til fysik.

Mark har altid haft svært ved at forstå og anvende de komplekse koncepter inden for fysik. Han finder det svært at visualisere abstrakte ideer og matematiske formler, der er centrale i fysikundervisningen. Han har brug for mere tid og gentagelse for at forstå og anvende fysiklæreplanen.

Dette har været en kilde til frustration og manglende selvtillid for Mark. Han føler sig ofte overvældet af fysikopgaver og føler sig bagud i forhold til sine klassekammerater. Han kan nogle gange føle sig pinligt berørt, når han ikke kan følge med i undervisningen eller besvare spørgsmål korrekt.

Mark er dog ikke en elev, der giver op let. Han er villig til at arbejde hårdt og tage ekstra tid til at studere og øve sig på fysikmateriale. Han søger ofte hjælp fra sine lærere og klassekammerater for at få en bedre forståelse af emnerne. Han er også åben for at bruge online ressourcer og tutorer for at forbedre sin fysikforståelse.

Selvom Mark står over for udfordringer i fysik, er han stærk i andre fagområder som sprog og humaniora. Han er en dygtig skribent og nyder at læse og analysere litteratur. Han deltager aktivt i skolens debatklub og bidrager med sine meninger og idéer.

Mark er også interesseret i musik og spiller guitar i sin fritid. Musik giver ham en følelse af ro og mulighed for at udtrykke sig på en anden måde end gennem akademiske fag.

Mark ønsker at overvinde sine udfordringer inden for fysik og er fast besluttet på at arbejde hårdt for at forbedre sine færdigheder på området. Han ved, at det vil kræve tålmodighed og vedholdenhed, men han er opsat på at nå sit fulde potentiale og opnå succes på sin gymnasiale rejse.

Mark Andersen ligger især inden for vores målgruppe, da vi gerne vil hjælpe gymnasieelever med en visualisering af fysik, for at danne dem en større forståelse for faget. Det spillet specielt hjælper ved er at eliminere det abstrakte ved fysik, og give en forståelse for formlernes betydning for objekters bevægelse.

Herunder er den erfaring Mark Andersen kunne tænke sig at have med spillet vha. en userjourney.

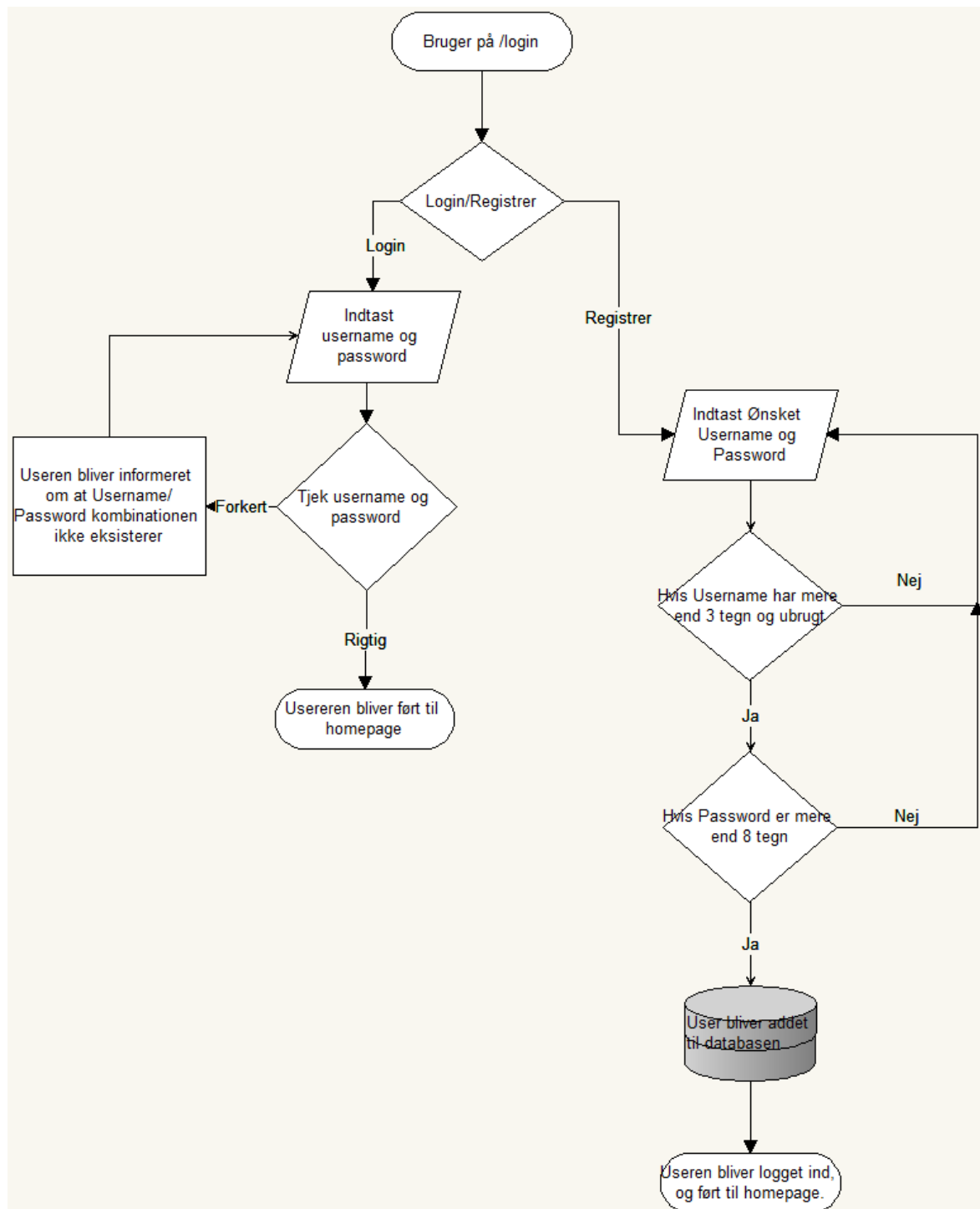
	Persona: Mark Andersen	Omstændigheder: Mark er ikke særlig god til fysik, bl.a. fordi han synes at formlerne og begreberne virker meget abstrakte. Mark søger derfor værktøjer der kan hjælpe ham til at blive bedre til fysik.	Forventninger: Mark forventer at det værktøj han finder, kan gøre ham bedre til fysik og hjælpe ham med at gøre fysik til et mindre abstrakt fag og til et mere forståeligt og et fag, der giver mening.
Mark downloader Phyzzle	Mark prøver Phyzzle	Mark sidder fast i samme level	Mark har i længere tid brugt Phyzzle
Mark finder Phyzzle på internettet, via en person på reddit. Han downloader derefter spillet.	Mark åbner spillet og prøver de første 2 levels af. Mark har forståelse for hvilke formler og begreber der er til stede i spillet, men har stadig ikke bemærket en ændring i hans fysik niveau.	Mark er nu begyndt at sidde lidt fast i levellet, og har faktisk svært ved at løse det.	Mark har nu spillet Phyzzle i et par timer om ugen over 3 måneder. Han har over denne periode også skulle aflevere flere fysikopgaver.
Mark tænker at spillet kan hjælpe ham med at gøre fysik til et mindre abstrakt fag.	Mark har det sjovt mens han spiller spillet, og er glad for at han kan klare levelsne i fysik spillet.	Mark finder ud af at der er en "hint" knap, som hjælper ham på vej.	Mark tænker at Phyzzle har været et godt læringsmiddel, siden Mark har bemærket at han har større forståelse for formlers virkning og hvad forskellige størrelser gør ved formler.
Mark er ivrig efter at kunne hæve sin fysik karakter.	Mark er stadig ivrig efter at hæve sin fysik karakter, og var tilfredsstillt nok med hans fysik forståelse til at blive ved med at spille spillet.	Efter lidt besvær lykkedes det Mark at færdiggøre levellet med hjælp fra "hint" knappen. Det giver ham dog en tilfredsstillende følelse at han har klaret den, og han fortsætter derfor med spillet.	Mark er mere tilfreds med hans niveau og føler at han nu har det nemmere ved at lære andre koncepter i fysik.
Muligheder <ul style="list-style-type: none"> - Det er svært at komme videre, hvis man er uklar på opgaven i levellet 		Internal ownership <ul style="list-style-type: none"> - Programmeringsmæssigt, skal der laves et hint system, som skal kunne give muligheden for spilleren at vide hvilken formel han skal bruge. 	

Det vi kan se ved vores userjourney, er at der skal dannes et større sikkerhedsnet for personer der sidder fast i et level. Det skal være sådan at man ikke behøver at forlade spillet for at i hvert fald finde ud af hvilken formel der er nødvendig for at løse levellet. Dette er nødvendigt siden det er et læringsspil og det er dens formål, at hjælpe dem der har det sværere med fysik til at skue hvilke formler der har indflydelse på hvilke steder.

Realisering

Programmet består af klasser lavet i Java visualiseringsprogrammet Processing. Spillet består også lige nu af en lokal database der gemmer brugere og deres score ved levels de har gennemført.

Herunder er et diagram over hvordan login virker og fungerer i spillet.

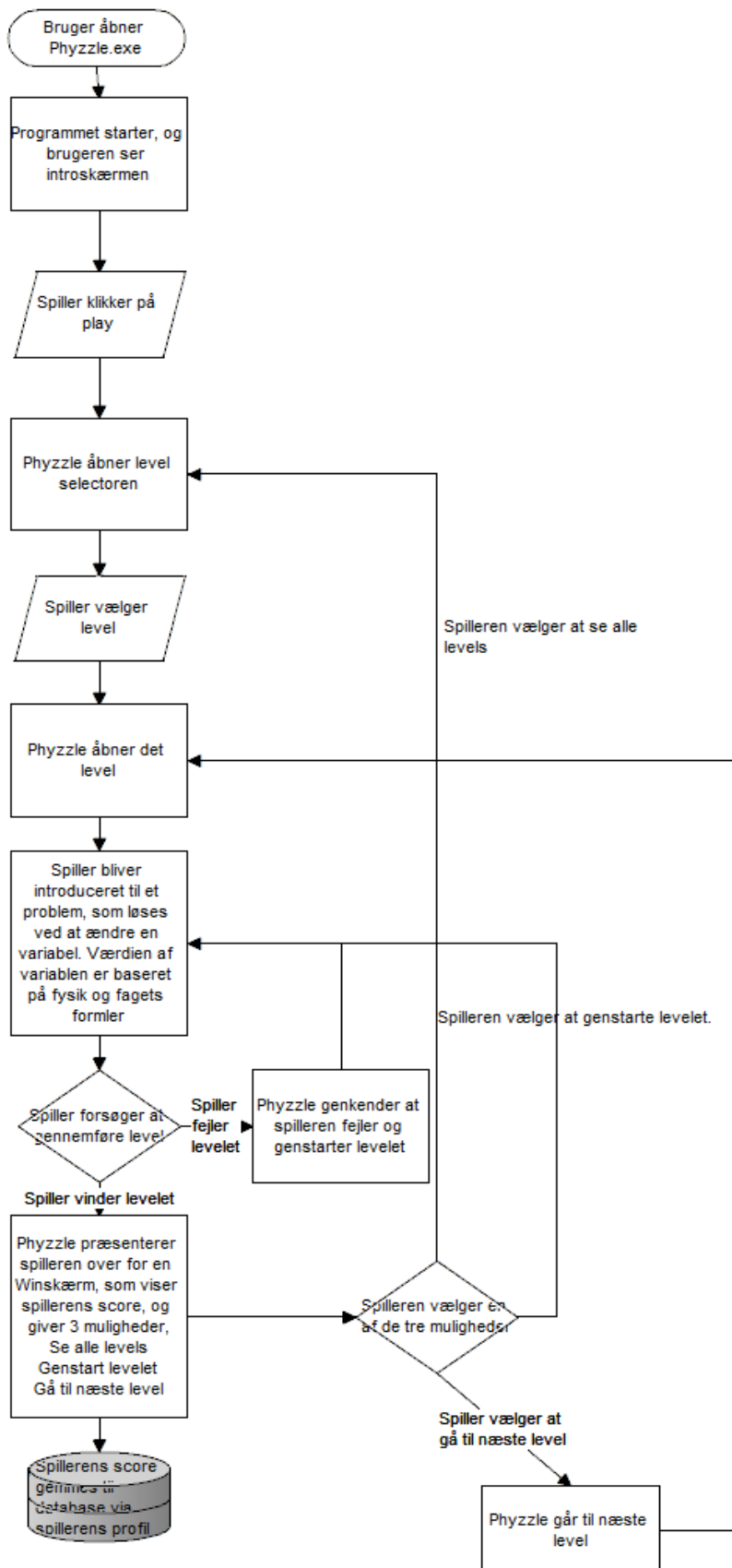


Figur 16 - Flowchart over login

Når spilleren er på loginskærmen kan de enten vælge at logge ind eller registrere. Hvis spilleren vælger at registrere skal de indtaste et brugernavn og password. Spillet tjekker derefter om spillet lever op til kravene om brugernavn og password, og hvis de gør bliver en bruger lavet med de informationer og det bliver indsat i databasen. Hvis brugernavn og password ikke lever op til kravene skal bruger indtaste et nyt username eller password alt efter hvilket der ikke lever op til kravene.

Hvis spilleren i stedet vælger at logge ind skal brugeren igen taste et username eller password ind. Hvis brugernavn og password kombinationen eksisterer i databasen bliver brugeren logget ind. Hvis kombinationen ikke kan findes skal brugeren indtaste et nyt username og password indtil de taster et ind der passer.

Herunder er der et generalt diagram over hvordan spillet virker.



Figur 17 - Diagram over hvordan spillet virker

Når en spiller åbner spillet bliver spilleren ført til introskærmen, hvor han bliver mødt af den første del af spillet. Spilleren skal så klikke på play knappen for at gå videre i spillet og bevæge sig hen mod den anden del af spillet. Spillet åbner derefter levelselectoren hvor spiller har mulighed for at vælge, det level spilleren vil spille. Når spilleren klikker på det valgte level fører spillet ham derhen. Spilleren bliver derefter introduceret overfor et problem, hvorved spilleren skal bruge sin viden om fysik til at ændre en form for fysisk værdi størrelse der gør at karakteren kan komme hen til den anden side af skærmen. Hvis spilleren har indsat den rigtige værdi bliver spilleren ført hen til en vindingskærm der præsenterer ham for hans score og de tre muligheder han har. Hans score bliver derudover også gemt i den lokale database.

De tre muligheder er følgende:

- Spilleren kan vælge at se alle levels

Hvis spilleren vælger at se alle levels, bliver han ført til levelselectoren, hvorved han kan vælge et nyt level.

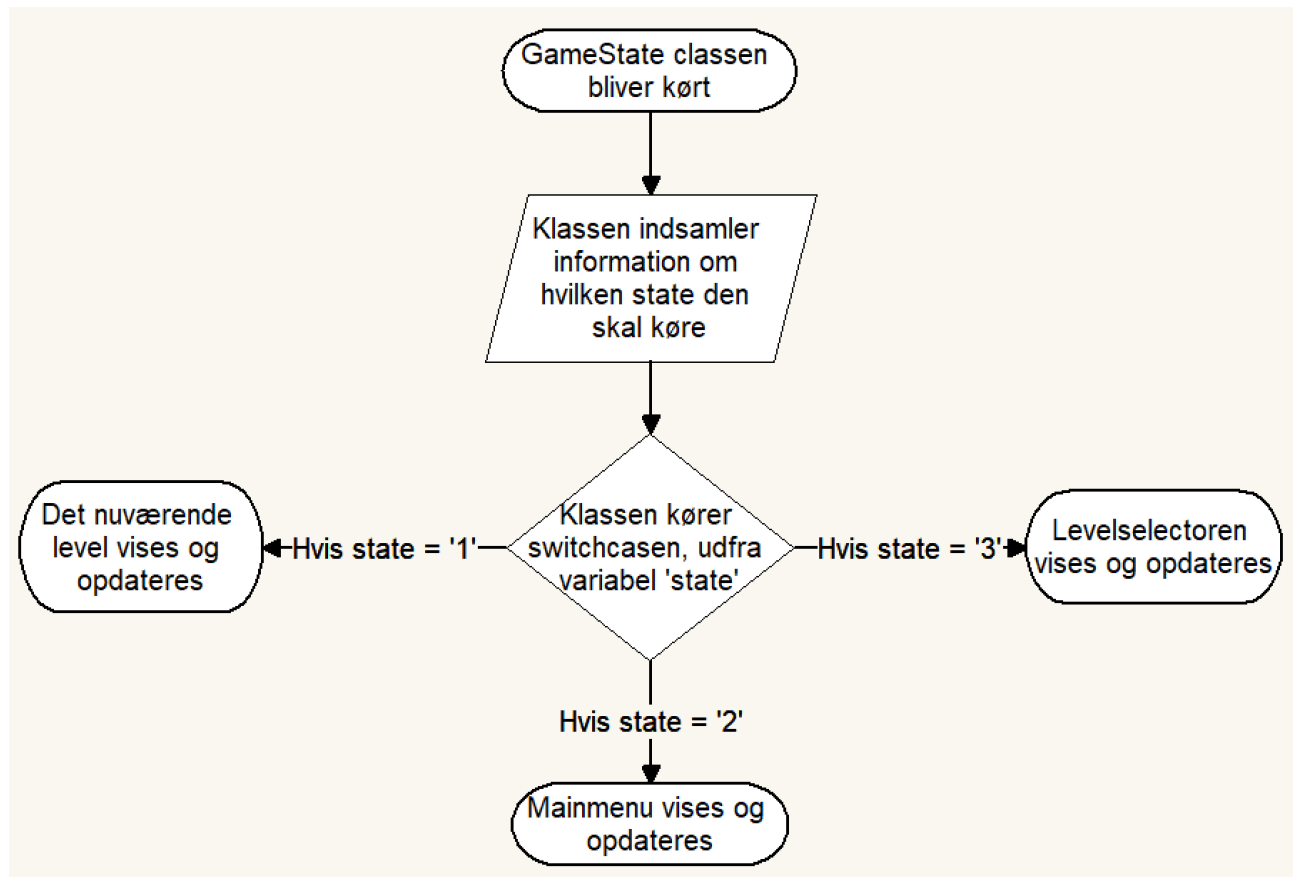
- Spilleren kan genstarte levellet.

Hvis spilleren har lyst til at eksperimentere mere med levellet, kan han genstarte levellet, hvorved levellet vises igen med alle værdier nulstillet. Han kan derefter eksempelvis gå efter en højere score.

- Spilleren kan gå til næste level.

Spilleren kan vælge at gå til næste level, som betyder at spilleren bliver ført videre til næste level, som præsenterer ham for et nyt problem han skal løse med sin viden om fysik.

Herunder ses et diagram over hvordan spillet ved hvilken del den skal køre.



Figur 18 - Gamestate Diagram

Gamestate klassen bliver brugt til at opdele spillet i tre dele efter hvad der skal eksekveres. GameState klassen kører hver frame og bestemmer hvilken del af spillet der skal køre. Når gamestate klassen kører, bliver der brugt en switchcase over casen 'state'.

- Hvis 'state' er 1

Så kører GameState klassen levellet. Den har information om hvilket level der køres hvorved den updaterer og viser det til brugeren.

- Hvis 'state' er 2

Så kører GameState klassen mainmenuen, som vises og tjekker om spilleren klikke på playknappen.

- Hvis 'state' er 3

Så kører GameState klassen levelselectoren som vises og opdateres for at vide hvilket level spilleren har klikket på.

Iteration 1

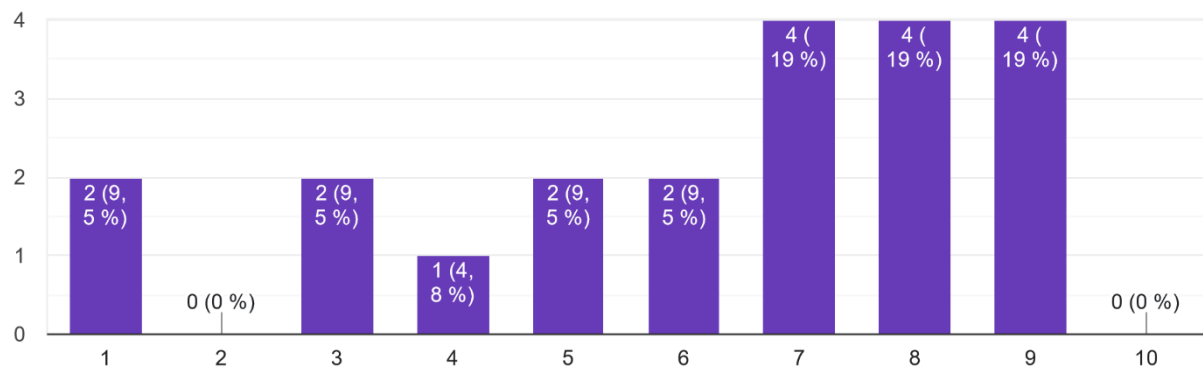
I denne iteration har vi haft fokus på at lave et udkast af et produkt, altså en slags demo, der kan fremvises og testes. Med andre ord, har vi fokuserede på at få spillet frem i en pre-alpha.

Analyse

For at sikre at der er et teoretisk grundlag for vores ide med produktet, har vi lavet et spørgeskema, hvis formål er, at undersøge om gymnasieelever har problemer med fysik, og i så fald, hvad der kan gøres bedre. Vi har lavet vores spørgeskema i Google Forms, og vi har udsendt det på Lectio, da dette er vores primære målgruppe, nemlig gymnasieelever, og vi har i alt fået 21 svar.

Hvor spændende synes du at fysikundervisningen er?

21 svar

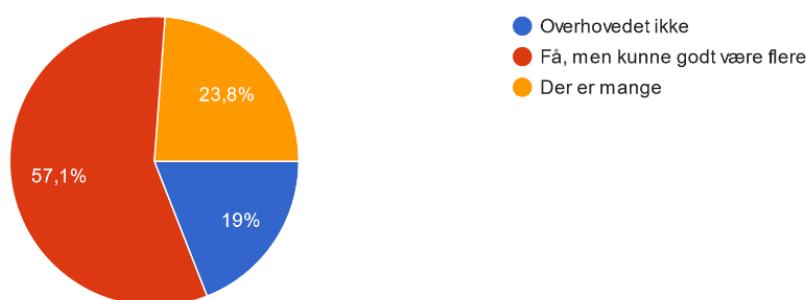


Figur 19 - Spørgeskema spørgsmål 1

Vi har altså spurgt, hvor spændende de synes fysikundervisningen er, og vi kan se, at størstedelen har valgt mellem 7 og 9. Ud fra dette ser det altså ikke helt ud som om, at der er brug for et fysikspil, som alternativ undervisning.

Synes du at der er nok praktiske eksempler af hvordan fysikundervisningen kan bruges i praksis.

21 svar



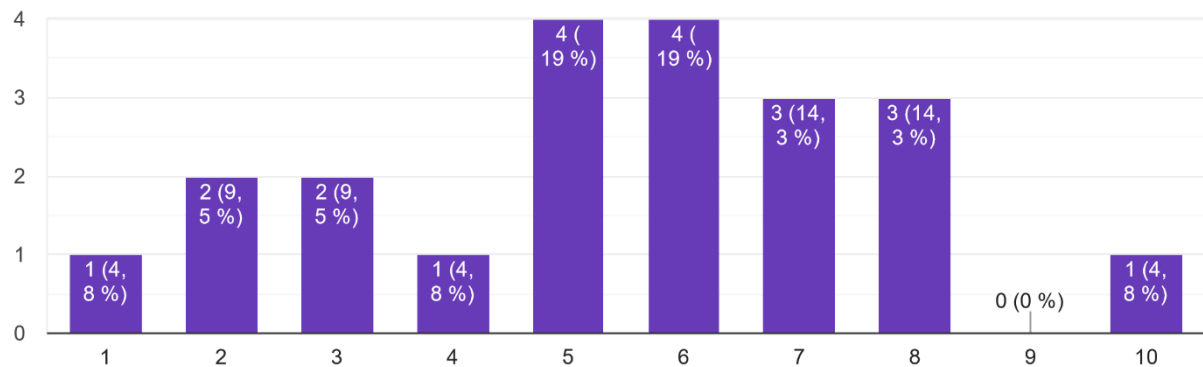
Figur 20 - Spørgeskema spørgsmål 2

Vi har altså spurgt, om mængden af praktiske eksempler i fysikundervisningen er tilstrækkelig, og her kan vi se, at mere end 57% mener, at der godt kunne være flere eksempler, og 19% mener, at der slet ikke er nok. Kun 23% mener, at der er nok. Praktiske eksempler er præcis noget af det, vores fysikspil skal hjælpe med, og ud fra denne data kan vi se, at et fysikspil kunne være en god ide. Vi kunne nemlig visualisere nogen

praktiske eksempler, som vi kan se gennem spørgeskemaet at der godt kunne bruges flere af. Ved at gøre det igennem vores spil, sørger vi også for at det bliver et interaktivt eksempel, og ikke bare en forklaring uden interaktion.

Hvor svært synes du fysik er?

21 svar

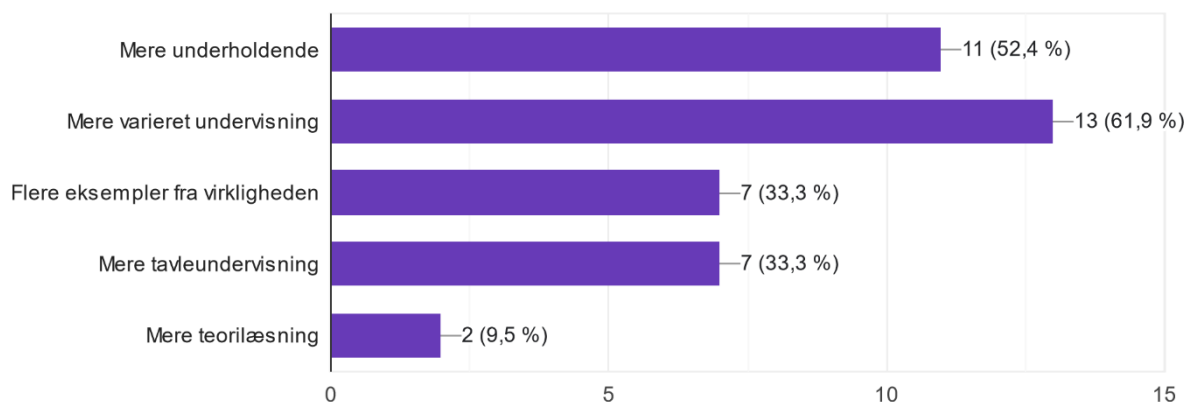


Figur 21 - Spørgeskema spørgsmål 3

Her har vi spurgt om, hvor svært de synes fysik er. Vi kan se, at langt størstedelen mener, at fysik er rimelig svært eller meget svært, og det ville derfor give mening, med et spil som kunne hjælpe på forståelsen. Det altså tydeligt at der er et problem til stede, hvor mange synes fysik er et svært emne. På baggrund af det kan vi så konkludere at der kan være mulighed for forbedring, så fysik-faget ikke føles lige så svært, som så mange synes nu.

Hvad synes du kan forbedres ved fysikundervisningen?

21 svar

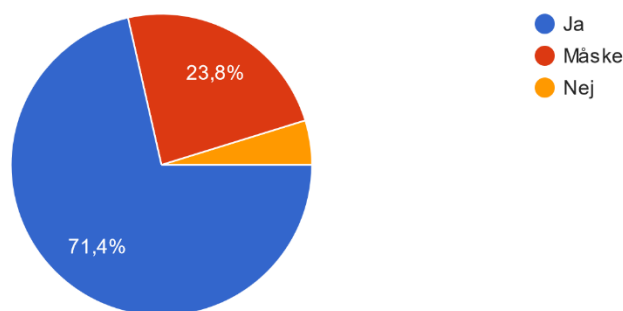


Figur 22 - Spørgeskema spørgsmål 4

Vi har her spurgt om, hvad de mener der kan forbedres ved fysikundervisningen, og vi kan se at størstedelen mener, at det skal være mere underholdende, og så skal der være mere varieret undervisning. Der er dog lige mange som vil have flere eksempler for virkeligheden, som vil have mere tavle undervisning. Dette vil ikke være formålet med vores spil, men det er tydeligvis stadig de fleste, som enten vil have mere underholdende undervisning, mere varieret undervisning eller fra eksempler fra virkelighed til sammen. Dette er alt sammen noget vi forsøger at opnå med vores spil, og vi vurderer derfor at denne data understøtter vores spil ide.

Vil du være åben for en alternativ undervisningsform i fysikfaget?

21 svar

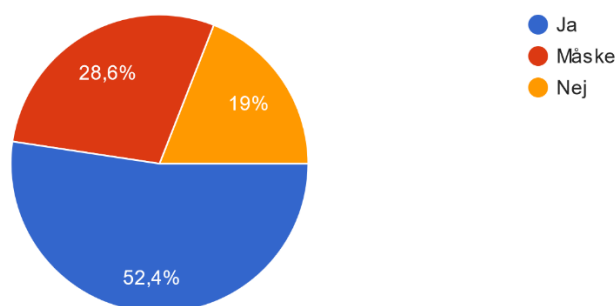


Figur 23 - Spørgeskema spørgsmål 5

Her har vi spurgt, om de ville være åbne for en alternativ undervisningsform. Her har mere end 94% svaret ja eller måske, og vi kan derfor antage, at folk ville synes godt om, eller i hvert fald være åbne over for et spil med fysik.

Ville du være interesseret i et fysik-spil som supplement til undervisningen?

21 svar



Figur 24 - Spørgeskema spørgsmål 6

Vi har her spurgt direkte, om de ville være interesseret i et fysikspil. 52,4% har svaret ja, og yderligere 28,6% har svaret måske. Vi kan altså ikke bare antage, men fastslå at folk er interesseret i et spil, der

omhandler fysik. Ud fra vores spørgeskema kan vi altså konkludere, at der er et teoretisk grundlag for behovet af vores fysikspil.

Vi skal også sikre os, at vi laver et spil, der er sjovt at spille. Vi vil derfor undersøge en smule om, hvad Poly Bridge har gjort, da vi tænker, at vores spil kommer til at minde en smule om det. Det handler nemlig også, om at forstå fysikken, dog skal man bruge sin forståelse på en anden måde, nemlig til at bygge broer. Poly Bridge formår, ifølge Nintendo Life, som har givet spillet en rating på 8 ud af 10, at tvinge brugeren til at tænke ud af boksen og på mange forskellige måder ved at have forskellige levels med forskellige krav til, hvordan de skal løses. Spilleren bliver derfor nødt til at være kreativ, og for mange er denne form for problemløsning sjov, om end en smule frustrerende.

Der er desuden også forklaring til disse levels, så spilleren ikke står helt på bar bund, og user-interface'et understøtter desuden også spillets design med blandt andet end hot bar i toppen, hvor man har mulighed for fx at starte levellet eller få hjælp. Desuden er der også mange forskellige levels med fokus på forskellige ting, hvilket gør spillet mere interessant. Dog føles det stadig som samme spil, og som om der er en forbindelse i de forskellige levels, da de alle sammen bygger på kerneprincipper omkring fysik og brobygning. Man kan desuden også springe levels over, hvis man f.eks. har svært ved dem, så man ikke bliver tvunget til at klare alt.²⁶ Alle disse ting er med til at gøre Poly Bridge til et sjovt og lærerigt spil, og vi vil derfor prøve at inkorporere nogle af disse ting ind i vores eget spil. Vi skal dog også huske på, at Poly Bridge har et større fokus på et sjovt spil end et lærerigt spil.

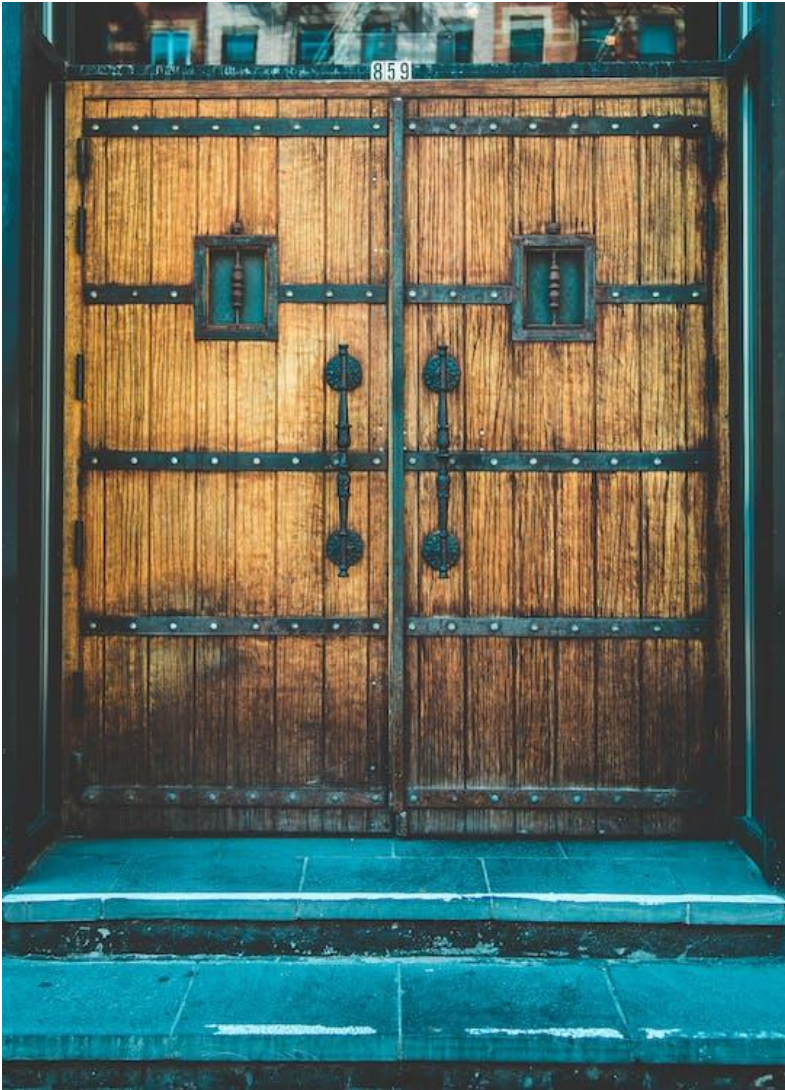
Udover det, vil vi også gerne sikre, at spillet virker som et spil, og ikke bare en simulation af virkeligheden. En måde at gøre dette på, er kunststilen pixel art. Pixel art er nemlig en kunststil udviklet på grund af videospil, da man dengang ikke havde andre muligheder, fordi hardwaren ikke var særlig avanceret. Pixel art har derfor en stærk forbindelse til computerspil, og dette kan vi udnytte. I pixel art kræver desuden også, at spilleren bruger sin fantasi, da spillet ikke er særlig detaljeret, og dette kan for mange være en positiv oplevelse. Yderligere er pixel art også en måde at skabe bedre performance, netop fordi der ikke er så mange detaljer og så mange forskellige sprites til animationer. Det er desuden også nemmere at lave takket være de manglende detaljer, og det er også sværere at se fejl i designet, hvilket især er relevant, hvis man er en amatør inden for spildesign.²⁷

Ideudvikling

For at komme på ideér til, hvordan vi vil designe første level, har vi brugt metoden visual inspiration. Vi har her kigget på følgende billede:

²⁶ (Mason, 2017)

²⁷ (Rocket Brush, 2021)



Figur 25 - Et billede af en dør taget fra <https://www.pexels.com/photo/brown-wooden-side-by-side-door-1467592/>

Ved at få inspiration fra døren, er vi kommet frem til, at vi gerne vil lave et level, hvor spilleren skal forsøge at komme igennem en dør. Der skal altså være en måde for spilleren at åbne døren på. Vi har fundet frem til, at dette enten skal være et håndtag eller en knap. Der skal derefter være noget, der kan aktivere håndtaget eller knappen, og vi vil gerne have, at første level handler om tyngdekraften, da dette er meget fundamentalt for fysik. Derfor har vi valgt, at der skal være et vægtlod, da man ofte arbejder med dette i fysik, og spillerne skal så have mulighed for at ændre på massen af dette vægtlod. Vi synes derfor, at det giver bedre mening med en knap end et håndtag, da vægtloddet så kan falde ned på knappen, og derefter skal knappen så åbne døren, hvis den blev påført nok kraft.

Til at finde på ideer level 2 har vi igen brugt metoden visuel inspiration, hvor vi har ledt efter et billede, der muligvis kunne være relevant at tage inspiration fra.



Figur 26 - Et billede af en fjeder taget fra <https://www.dreamstime.com/stock-photo-mechanical-spring-white-background-image97207036>

Vi har her set på en fjeder og taget inspiration fra den, og vi er kommet frem til, at level 2 skal indeholde en fjeder, der skubber spilleren over et eller andet objekt, som spilleren skal komme fordi. Vi fandt frem til at dette objekt eller disse objekter skal være pigge, som kan slå spilleren ihjel. Dette er nemlig meget typisk for sådanne puzzle games, og vi inkluderede desuden også pigge i vores prototype af et puzzle spil.

Koncept/Design

Vi vil gerne sikre os, at så mange elever som muligt kan benytte vores spil, mens det samtidig fungerer optimalt. Vi vil derfor lave en desktop-applikation, da vi ved fra vores eget gymnasium og folkeskoler, at alle har og bruger laptops. Vi vil desuden også fokusere på, at optimere spillet til skærme med et billedformat på 16:9, da dette er det mest brugte.²⁸ Dette betyder forhåbentligt, at så mange elever som muligt vil gavne af vores spil. Udover det har vi valgt at bruge pixel art som spillets design, netop fordi det giver denne spilfølelse, og så er det desuden også muligt at nå, med den givne mængde tid, vi har til projektet.

I forhold til designet af selve spillet vil vi gerne have at det skal være stop/start baseret. Man skal altså kunne ændre på fysiske størrelser imens det er "stoppet", og så kan man derefter starte spillet og se, om de værdier man satte ind var rigtige. Dette vil vi gøre, så spilleren får tid til at tænke over fysikken bag det specifikke level, i modsætning til, hvis de bare blev kastet ud i det. Da vi skal starte og stoppe spillet, giver det også rigtig god mening at have en form for top bar, som fx Poly Bridge har gjort, hvor man kan gøre forskellige ting, blandt andet starte og stoppe. Det skal desuden også være en måde for spillerne, at få information i forhold til hvordan man løser et level. Dette er vigtigt i tilfælde af, at spilleren sidder fast i et level²⁹, og desuden vil det også give dem bedre mulighed for at lære noget fysik.

Vi vil også gerne have en main menu, altså en menu der kommer på skærmen, når man starter spillet. Dette er nemlig vigtigt for et spil, da det ofte kan gøre det nemmere at navigere, og så kan det også være med til at give et bedre førstehåndsindtryk. Dette betyder også, at designet af main menuen er vigtigt, netop fordi det er førstehåndsindtrykket, og så skal det også være med til at skabe spilatmosfæren. Det er desuden

²⁸ (Gerencer, 2021)

²⁹ (PostCurious, 2018)

også vigtigt at menuen er dynamisk, så den ikke bliver for kedelig³⁰ Efter main menuen skal man komme i gang med første level, så spillerne hurtigt kan se spillet, og hvad det handler om. I forhold til selve levelsne skal der desuden være et form for input field, hvor man kan indsætte de fysiske værdier. Udover det, er det også vigtigt med et logo, da det igen er en stor del af førstehåndsindtrykket, og det er på en måde spillets ansigt, og det hjælper også med at tiltrække spillere.³¹

Produktion

I denne iteration har vi først of fremmest haft fokus på selve fysikken bag spillet, og har lavet flere forskellige dele, som ikke nødvendigvis virkede sammen. Ved færdiggørelsen af denne iteration, er det lykkedes os at have en pre-alpha. I denne iteration har vi en main menu og et udkast til et første level. Herudover har vi også forskellig fysik, som ikke alt sammen fungerer sammen med resten af produktet. Vi havde lavet eksempler på følgende fysiske egenskaber / love:

- Tyngdekraft
- Luftmodstand
- Friktion
- Opdrift
- Modstand i væsker
- Kollisioner

Her er det vigtigt at nævne at vi ikke blot efterligner fysikken, som ellers er normalt at gøre i spil, men da vi vil have akkurate værdier, har det tilføjet kompleksitet og vi har skulle bruge vores undersøge formlerne, og hvilken relation de forskellige egenskaber kunne repræsenteres i vores program.

Her stødte vi på problemer med at de forskellige fysik-elementer ikke virkede ordentlig sammen. Det endte vi med at løse ved at regne alt i SI-enheder, hvorefter vi først til sidst konverterede alle vores værdier til pixels, frames osv., som vi kunne bruge i vores spil.

I denne iteration har vi som sagt også en main menu. Dens funktion er at vise spillets navn "Phyzle" og at få spilleren videre til selve spillet ved at trykke "Play".

Hertil har vi produceret sprites i form af pixel art. Vi har valgt at dele denne main menu op i 3 hoveddele:

Main menu:

- Baggrundssprite: Vi har et baggrundsbillede i form af en himmel
- Logosprite: Vi har vores spiltitel "Phyzle"
- Playsprite: En simpel play-knap

Vi har beskrevet vigtigheden af en dynamisk main menu, og dette har vi gjort i form af et animeret logo. Dette betyder at vi har implementeret en form for animationssystem.

Dette animationssystem holder styr på hvilke frames der er i en animation, hvilken frame den er noget til, og sørger selvfølgelig for at opdatere disse løbende.

³⁰ (Pears, 2016)

³¹ (C., u.d.)

Vi valgte at bruge spritesheets og ikke bare en serie af billeder til dette, da det kan hjælpe med at forbedre performance, hvilket vi tænkte kunne blive et problem senere.

Herudover har vi også udarbejdet nogle sprites til selve spillet, såsom en player sprite.

Iteration 2

I iteration 2 har vi haft fokus på at gøre spillet muligt at spille og især muligt at brugerteste. Vi har altså haft fokus på, at få det i en Alpha version.

Produktion

I denne iteration har vi sat fokus på at i hvert fald at lave nogle levels til spillet, så det kan testes af potentielle brugere i vores målgruppe. Ved færdiggørelsen af denne iteration, er det lykkedes os at have en alpha, og var godt på vej til en beta. I denne iteration har vi en to levels + det vi havde før. Derudover er der også lavet et skærm der som popper op når man vinder levellet.

Level 1:

- Døre, knappe, platform og vægtlod sprites er blevet produceret og implementeret.
- Knapper der kun bliver aktiveret ved at man presser dem ned med nok tyngdekræft er også lavet.
- Døre der åbner ved specifikke knappes aktivering er lavet, så spilleren kan have et mål at gå efter.
- Winskærm der popper op når spilleren vinder levellet er lavet, så spilleren får noget feedback.
- Et scoringssystem er blevet lavet.
- Et fejlsystem er blevet lavet, for når dørerne ikke åbnes.

Første level har vi lavet på baggrund af tyngdekræft, da vi tidligere har analyseret det til at være en god ide. Alle mekanismerne til level 1 er produceret og man kan nu spille det hvilket betyder at det kan bruges til en brugertest.

Level 2:

- Fjeder og pikke sprite er blevet produceret og implementeret.
- Et dødssystem er blevet lavet, for når spilleren går ind i pikkene.
- Hitbox til de trekantede pikke er også lavet.
- Selve skråkast mekanismen ved fjederen er også lavet.

Andet level har vi lavet på baggrund af skrå kast, da vi gerne ville introducere flere af spillets mekanismer til brugeren for at de kunne få en bredere brugertest. Alle mekanismerne til level 2 er produceret og man kan nu spille det hvilket betyder at det kan bruges til en brugertest.

Kvalitetssikring

For at sikre kvaliteten af vores produkt, har vi lavet en brugertest, hvor brugeren blev bedt om følgende:

1. Download Phyzle.zip fra Google Drive
2. Unzip Phyzle.zip
3. Åbn mappen Phyzle og start filen App.exe
4. Klar første level ved hjælp af formlen for tyngdekraft. ($F_t = m \cdot g$, hvor $g = 9,82 \frac{m}{s^2}$)

5. Luk spillet efter første level og besvar spørgeskemaet

Allerede efter første brugertest fandt vi dog ud af, at der var nogle ting, der skulle gøres inden vi lavede flere brugertests. Dette indebærede blandt andet at karakteren skulle bevæge sig hurtigere, fordi spillet var for kedeligt, og at det ikke var intuitivt nok. Dette var primært i form af inputfelterne, hvor man ikke fik nogen feedback, når man skrev i dem. Det var desuden også svært at se, hvad man skulle gøre i første level.

Iteration 3

I iteration 3 har vi haft fokus på at gøre spillet mere brugervenligt, optimere spillets performance og tilføje manglende funktioner. Produktet skal altså i en betaversion.

Koncept/Design

Vi ville gerne gøre spillet mere intuitivt, da dette var problemet vores første bruger havde. Derfor ville det være en god ide, at sørge for at der f.eks. stod "type here" i inputfelterne, så det er tydeligt, at man skal indsætte en værdi i dem. Udover det, ville det også være en god idé, at give en form for feedback, til hvornår man skriver. På denne måde er det nemt for spillerne at se, at de er i gang med at skrive. Vi har valgt at gøre dette via en sort streg for enden af der, hvor man skriver, da dette er utrolig normalt. Det er nemlig både sådan Google og Microsoft viser det. Vi har også valgt, at der skal stå en enhed på det tal man skriver, så man ikke er i tvivl om, hvad man ændrer på, og hvor meget det ændres.

Vi har desuden fundet ud af, at vi skal have flere levels, og det derfor vil give god mening med en level menu, hvor man kan se alle levels. Dette gør det også betydeligt nemmere for brugerne at spille et specifikt level og at spille et level, de allerede har klaret, igen. Vi skal desuden også have et nyt level, og vi har her valgt, at det skal kombinere viden fra de to forrige levels, og det skal derfor både indeholde vægtlodder og fjedre.

Produktion

I denne iteration har vi sat fokus på at prøve på at lave levelsne mere overskuelige og spillet generalt mere intuitivt. Vi har også haft meget fokus på optimering. Til at starte med er der blevet lavet om på inputfelterne, så de når ikke aktiveret og ikke brugt, står 'type here' så brugeren klart ved at han kan skrive på felterne. Derudover når inputfeltet er blevet klikket på af brugeren, bliver inputfeltet aktiveret, og der er en blinkende cursor som viser brugeren at de er i gang med at skrive. Da det er noget der normalt bruges i flere programmer er det noget vi tænker at brugeren forstår implikationerne bag det.

Derudover har vi også lavet en hotbar oppe i toppen af skærmen, som indeholder elementer der kan brugbare for brugeren og hans forståelse, og kontrol af levellet. Til at bemærke er der i hot barren en Hint knap, som giver spilleren et hint til hvilken formel der skal bruges og hvad formelen er. Derudover er der også start, og genstarts knappen, hvilket gør det nemt for brugeren at starte og genstarte levellet efter behag.

Ved selve introduktionen af levellet er der også lavet en kort intro, som introducerer spilleren for hvad der skal gøres i levellet. Dette gør at spilleren er klar over ved hvilket formål han ændrer værdierne og gør spillet mere forståeligt.

Vi har som sagt også haft meget fokus på optimering af vores spil, i denne iteration. Vi så nemlig betydelige problemer med tab af framerate og spillet som generelt kørte dårligt.

Som tidligere beskrevet bruger vi allerede spritesheets, dette skulle hjælpe med ydeevnen på vores program, men det var altså stadig ikke nok.³²

Herudover bruger vi også "P2D" til at render vores program, frem for den standard "Java2D". Denne skulle igen sørge for øget performance i vores applikation.³³

Vi oplevede dog stadig problemer efter dette, og vi sørgede derfor for, at efter alle puzzle elementer var "brugt" og havde udført hvad de kunne, ville de ikke længere blive opdateret.

Herudover valgte vi også at stoppe med at bruge push- og popmatrix(), da de ikke var nødvendige for os, og vi oplevede langt bedre stabilitet og framerate uden.

Vi stoppede også med at bruge beginshape() til at lave en PShape, ved hver eneste display. I stedet for definerede vi specifikke PShapes og vi kunne på den opnå endnu bedre performance.

Alt dette tilsammen, var nok til at programmet kunne køre stabilt på vores laptops, og vi vurderede derfor at vores optimering var succesfuld.

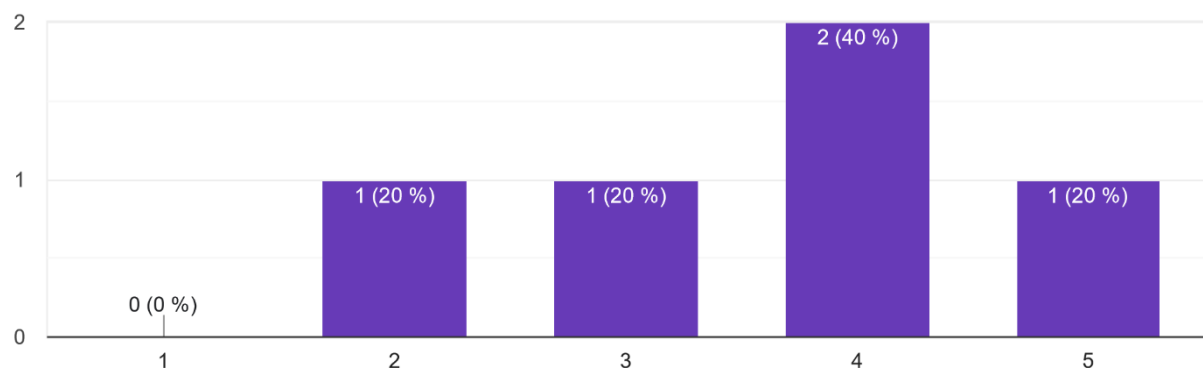
Vi ville sige at vi er nået til polish-stadiet. Da spillet kan spilles som det er ment til. Dog er det stadig et minimum viable product. Der er flere ting der kunne udvides og forbedres, såsom flere levels, med mere blandet fysik, men produktet kan stadig vise potentialet og fungerer næsten som et fuldendt produkt.

Kvalitetssikring

Vi har igen lavet en brugertest efter første brugertest, og denne gang har vi fået 5 besvarelser.

Hvor god føler du selv, du er til fysik?

5 svar



Figur 27 - Brugertest spørgsmål 1

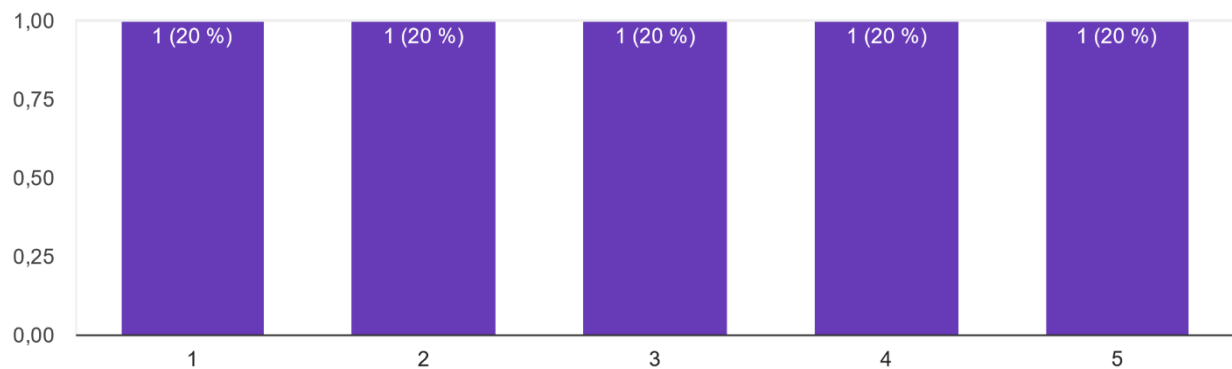
³² (CodeCaptain.io, 2019)

³³ (Reas & Fry, 2014)

Vi startede altså med at spørge dem, hvor gode de er til fysik. Dette gjorde vi, for at se om der var sammenhæng mellem dette, og hvor meget de tror, at spillet kan gavne dem. Dog har vi fundet ud af, at 5 besvarelser ikke rigtig er nok til at finde sådan en sammenhæng.

Hvor underholdende synes du, fysikundervisningen er?

5 svar

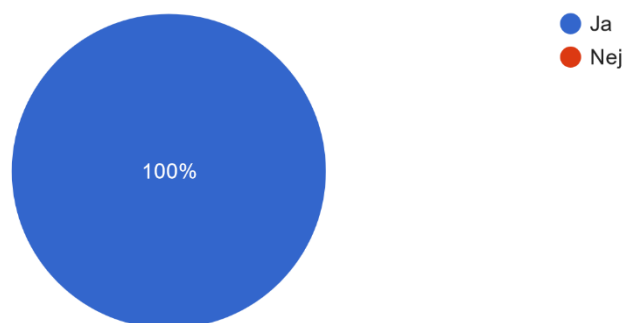


Figur 28 - Brugertest spørgsmål 2

Herefter blev de spurgt, hvor underholdende de finder fysikundervisningen. Dette spurgte vi igen om, for at finde en sammenhæng mellem, hvor underholdende de synes den er, og hvor brugbart de tror spillet vil være. Dog ser det igen ud til, at vi ikke rigtig kan finde en sammenhæng med 5 besvarelser.

Tror du, at spillet kan have en positiv effekt på din forståelse af fysik?

5 svar

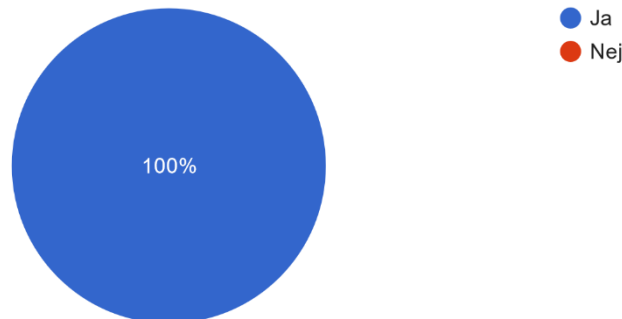


Figur 29 - Brugertest spørgsmål 3

Herefter spurgte vi, om de tror at spillet kan have en positiv effekt, på deres forståelse af fysik. Vi kan her se, at 100% har svaret ja, hvilket er et utrolig godt tegn, da dette er præcis, hvad vi vil opnå.

Ville du have lyst til at spille spillet i fysikundervisningen?

5 svar

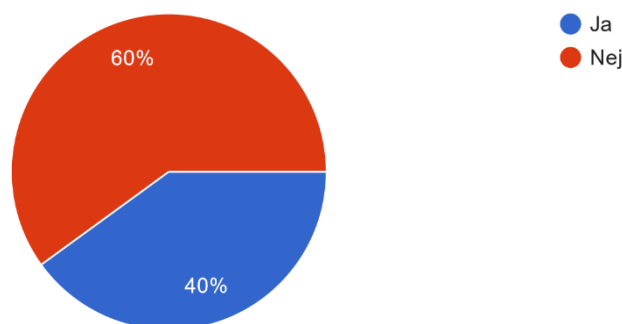


Figur 30 - Brugertest spørgsmål 4

Derefter har vi spurgt, om de ville spille spillet i fysikundervisningen, og her har 100% svaret ja. Spillet ville altså være en fin erstatning til noget af den normale fysikundervisning, i hvert fald underholdningsmæssigt.

Ville du have lyst til at spille det i din fritid?

5 svar

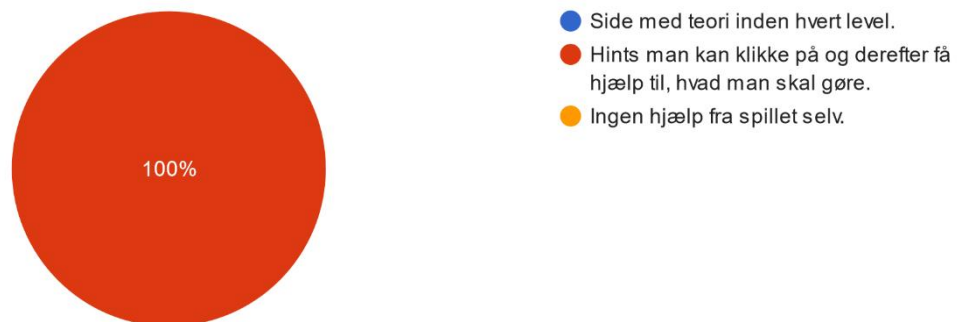


Figur 31 - Brugertest spørgsmål 5

Vi har her spurgt, om de ville have lyst til at spille det i deres fritid. Vi kan se, at de fleste altså 60% siger nej til dette, hvilket også er det vi ville forvente, da spillet er lavet som en sjov måde at lære fysik på, og ikke en form for underholdning man kan bruge hele dagen på. Dog er der alligevel 40%, der mener, at de godt kunne spille spillet i deres fritid, hvilket igen tegner rigtig godt for vores produkt.

Hvordan ville du foretrække at lære fysik ved hjælp af spillet?

5 svar

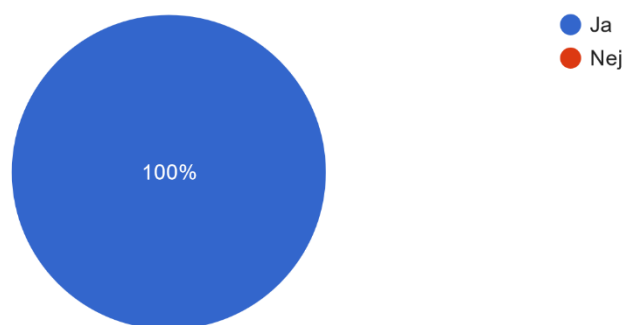


Figur 32 - Brugertest spørgsmål 6

Vi har her spurgt, hvordan de ville foretrække at lære fysik via spillet, hvorefter vi har givet tre svarmuligheder, nemlig en side med teori, hints og ingen hjælp. Vi kan se, at der er meget enighed, og 100% af vores brugere ville altså helst have hints som hjælpemiddel. Det ser derfor ud til, at vi har lavet det rigtige valg.

Er urealistiske elementer af spillet acceptabelt? (Såsom at man dør, hvis man rører en pig.)

5 svar

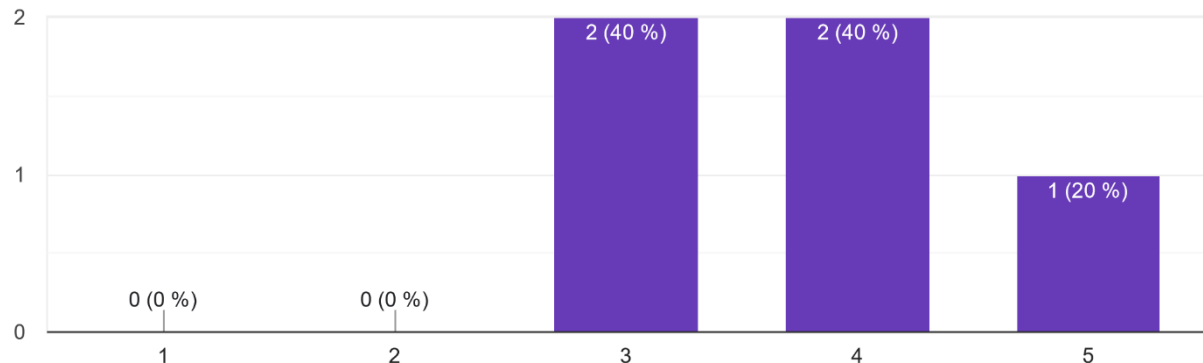


Figur 33 - Brugertest spørgsmål 7

Vi har derefter spurgt, om urealistiske elementer er acceptable. Her er der også meget enighed, da 100% mener, at det er acceptabelt. Det tyder altså ikke på, at folk mener, at alt skal være 100% realistisk.

Hvor intuitivt synes du, spillets design er?

5 svar



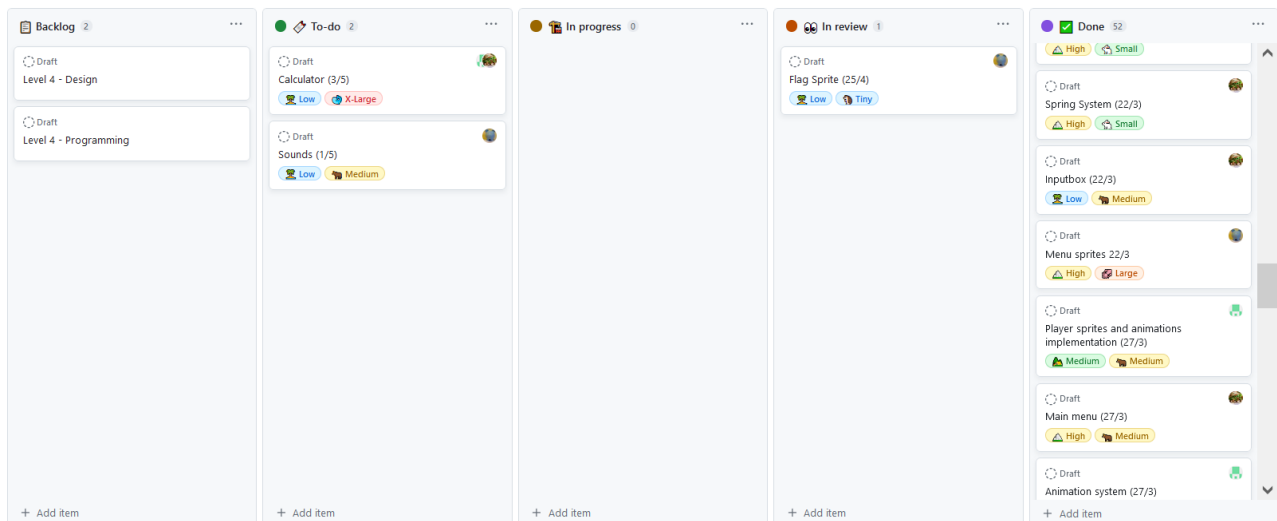
Figur 34 - Brugertest spørgsmål 1

Herefter har vi spurgt, hvor intuitivt spillets design er. Vi kan se, at 40% har svaret 3 ud af 5, 40% svarede 4 ud af 5, og 20% svarede 5 ud af 5. Det ser altså ud til, at vores ændringer ved fx inputfelterne har virket, og spillet nu er betydelig mere intuitivt.

Projektstyring

Til projektstyring har vi primært brugt GitHub Projects. GitHub Projects er en funktion inden for GitHub-plattformen, der gør det nemt at organisere og følge et teams arbejde på en visuel og samarbejdsorienteret måde. Det giver et fleksibelt og tilpasseligt projektstyringssystem, der er specielt designet til softwareudviklingsprojekter. Man kan oprette boards, der repræsenterer forskellige stadier af projektets arbejdsgang, f.eks. "To Do", "In Progress" og "Done". Derefter kan man oprette kort inden for hvert board, der repræsenterer individuelle tasks eller opgaver, som så kan flyttes mellem boards. GitHub Projects giver desuden også mulighed for at tildele opgaver til medlemmer, angive deadlines, tilføje labels eller tags og tilføje yderligere kontekst eller beskrivelser til hvert kort, hvilket kan gøre koordination betydeligt nemmere.

Vores GitHub Project ser sådan ud:



Figur 35 - Vores GitHub Projects

Vi har altså 5 boards, nemlig Backlog, To-do, In progress, In review og Done.

Backlog inkludere alle de tasks, som vi ved skal laves på et tidspunkt.

To-do er alle de tasks som endnu ikke er lavet, men er klar til at blive lavet. Det er altså de næste tasks, der skal ind i In progress.

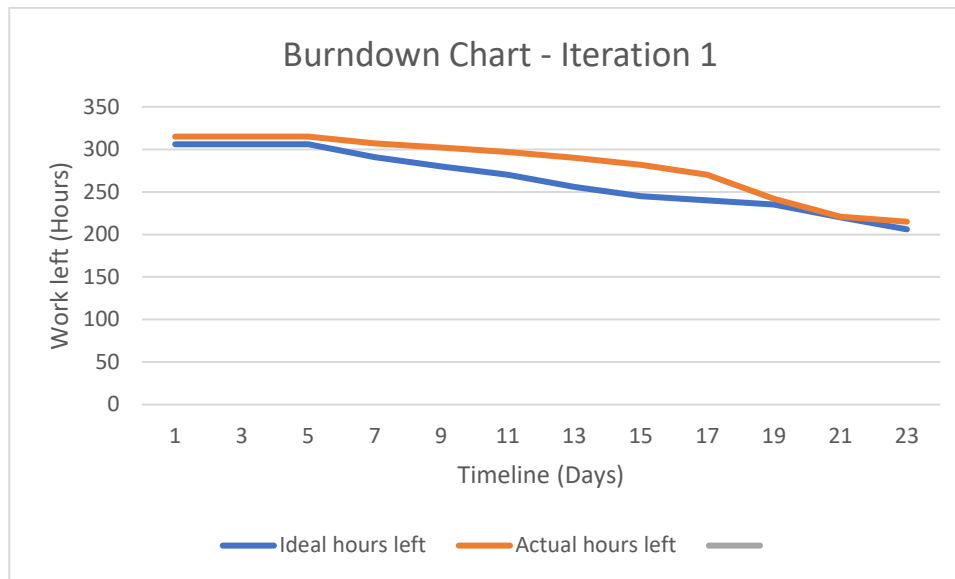
In Progress er de tasks, som vi arbejder på nuværende.

In review er alle de tasks, som vi tror er færdige, men skal tjekkes af andre medlemmer, for at sikre, at der ikke er fejl eller lignende.

Done er alle de tasks som er færdige.

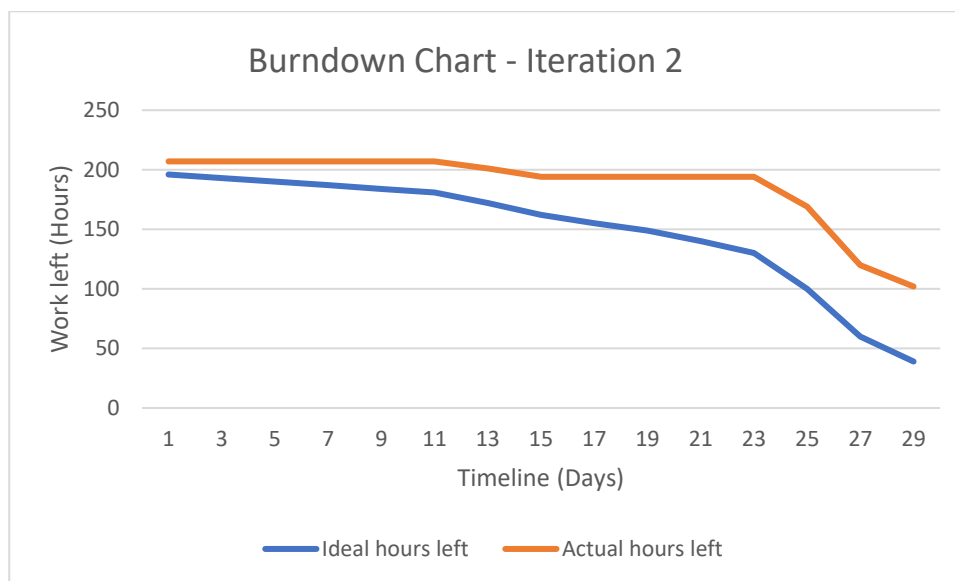
Udover de forskellige boards, har vi også tildelt hver task en prioritet, som beskriver hvor vigtig den er, en størrelse på den, hvor Tiny er 0-1 time, Small er 1-2 timer, Medium er 2-4 timer, Large er 4-7 timer, og Extra large er 7+ timer. Hver task har også fået tildelt, hvilket gruppemedlemmer, der skal lavet det. Vi har desuden også sat en deadline på hver task, så det er nemt at se, hvornår den skal være færdig.

Udover GitHub Projects har vi også lavet burndown charts for at holde bedre styr på, hvor meget vi har lavet, og hvor meget der stadig skal laves.



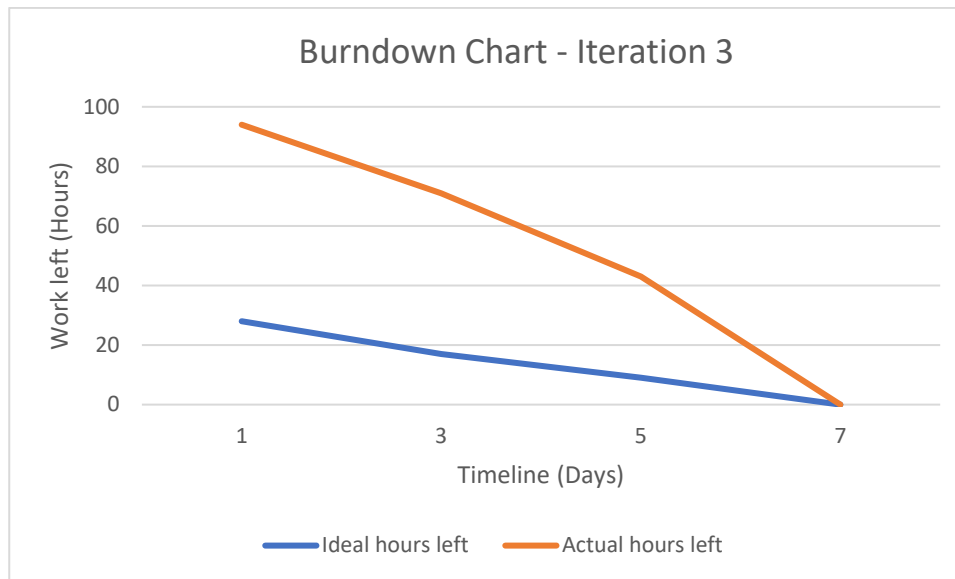
Figur 36 - Burndown chart iteration 1

Dette er altså vores burndown chart for iteration 1. På x-aksen har vi, hvor mange dage der er gået, og på y-aksen har vi, hvor mange timers arbejde, der er tilbage. Timerne er desuden i alt, altså ikke per person. Vi kan se, at vi i starten ikke har arbejdet så effektivt, og vi blev så nødt til at indhente det senere hen. Dog nåede vi alligevel nogenlunde det vi ville nå.



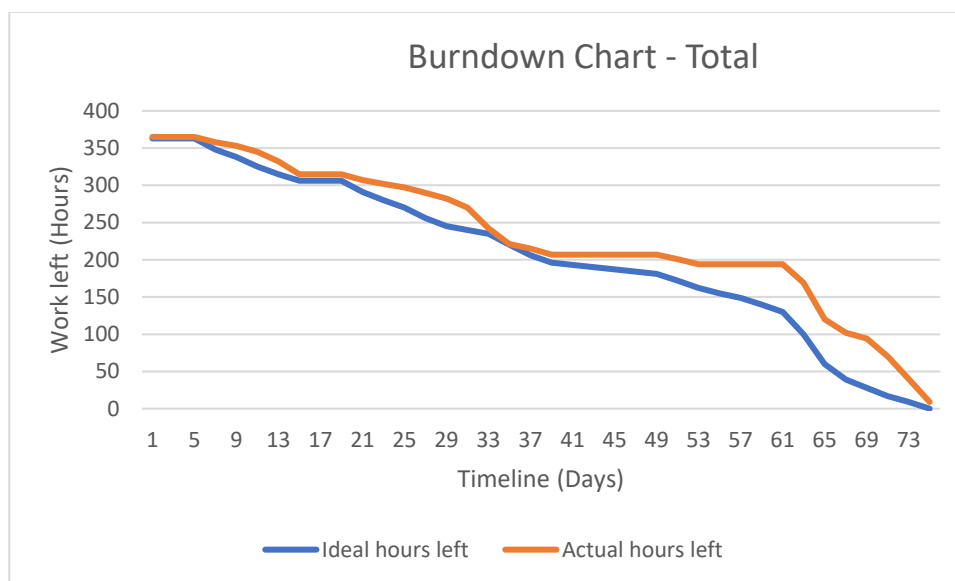
Figur 37 - Burndown chart iteration 2

Dette er vores burndown chart for iteration 2, og her er det tydeligt, at vi har været en rimelig stor del bagud, og dette er primært grundet fokus på andre afleveringer.



Figur 38 - Burndown chart iteration 3

Her er vores burndown chart for tredje iteration, hvor vi har arbejdet en hel masse, da vi kunne se fra forrige burndown chart, at vi har manglet en hel masse.



Figur 39 - Burndown chart total

Hvis vi sætter alle disse burndown charts sammen, får vi vores burndown chart for hele projektførløbet. Vi kan her se, at vi har en tendens til at arbejde mere, når der er en deadline, der skal nås, blandt andet ved dag 13, dag 33 og dag 73.

Diskussion

Vores produkt kan formentlig hjælpe elever med at forstå fysikken lidt bedre, da det formår at vise, hvordan fysikken kan bruges i praksis. Eleverne har desuden også mulighed for at prøve forskellige størrelser af, og se hvordan det så påvirker udfaldet. Alt dette sker via et intuitivt spildesign, der gør det

nemmere at forstå. Dog er der et problem, og dette problem er rimelig væsentligt, hvis spillet skulle føres ud i den virkelige verden. Vi har nemlig ikke haft særlig stort fokus på, hvordan vi sørger for, at spillet kommer ud til folk. Dette er rimelig vigtigt, da det er ligegyldigt, hvor godt spillet er til at lære, hvis der ikke er nogen, der spiller det. Ingen spillere ville desuden også resultere i ingen profit, hvilket heller ikke er ideelt i den virkelige verden. En mulig måde for spillet at blive fundet på kunne være at indgå i en kontrakt med staten. Dette ville også give mening, da det er staten, der bestemmer, hvad vi skal lære. Dette ville desuden også være en nem måde at finansiere spillet. Dog ville dette formentlig kræve, at vores spil var af utrolig høj kvalitet, hvilket ikke er tilfældet for vores produkt. En anden måde at få spillet til at blive opdaget er reklame. Vi kunne lave reklamer for spillet på blandt andet YouTube eller TikTok, som begge er sociale medier, som vores målgruppe bruger utrolig meget.³⁴ Dette ville dog også koste yderligere. Alt i alt tror vi, at det er muligt at hjælpe elever med forståelsen af fysik, givet at de rent faktisk kan finde vores spil.

Konklusion

Vi startede med casen "undervisning", hvorefter vi undersøgte en smule om emnet og fandt frem til problemformuleringen "Hvordan kan vi hjælpe elever med at få mere ud af fysikundervisningen?". Vi lavede herefter et problemtræ og afgrænsede det og fandt frem til den tekniske problemformulering "Hvordan kan vi udarbejde et internationalt computerspil til fysikundervisningen for at gøre undervisningen sjovere og øge elevernes læringsniveau?", hvorefter vi kom frem til 4 underspørgsmål, nemlig "Hvilke elementer fra en interessant undervisning kan inddrages i computerspil?", "Hvordan kan vi holde opmærksomheden på vores brugere?", "Hvordan skal undervisningsmaterialet inddrages samtidig med at bevare spillets underholdningsværdi?" og "Hvordan kan vi sørge for relevant undervisningsmateriale til vores brugere?"

Vi lavede herefter en grundig internetsøgning og kom frem til følgende krav: "Progression", "Problemløsning", "Relevant fysik", "Bløde Krav", "Underholdende" og "God balance". Herefter tildelte vi en vægt til hvert krav, afhængig af vigtigheden. Efter dette fandt vi på en række løsningsforslag "Sandbox spil", "Platformer", "Puzzle Spil" og "Survival Spil". Vi lavede herefter et PV-skema, hvor vi fandt ud af, at løsningen "Puzzle Spil" var den bedste, og det var denne vi ville gå videre med. Derefter lavede vi yderligere kravspecifikationer som indeholdte "Level system", "Ændring af fysiske størrelser", "Lommeregner", "Score system", "Hints", "Achievements" og "Billedformat".

Herefter lavede vi et spørgeskema for at finde ud af, om det er et reelt problem, og vi undersøgte derefter, hvad Poly Bridge har gjort for at lave et godt spil. Derefter idegenerede vi via den visuelle inspirationsmetode, og herefter fandt vi på det generelle design af spillet, bl.a. at det skulle være stop/start spil, og det skulle have en main menu. Herefter har vi begyndt på produktionen, hvor vi fik lavet en main menu og første level. Herefter arbejdede vi videre på det, og fik implementeret vores sprites. Derefter lavede vi en brugertest, og fandt ud af, at det ikke var intuitivt nok. Vi fandt også ud af, at der skulle være flere levels og at en level menu ville være en god ide. Herefter har vi lavet denne level menu og level 3, og vi har derefter lavet en brugertest og fundet ud af, at spillets design er rimelig godt, dog havde det nogle performanceproblemer. Vi brugte derfor noget tid på at optimere spillets performance.

Efter alt dette kan vi nu konkludere på vores tekniske problemstilling. Vi mener, at vores produkt kan hjælpe elever med fysikundervisningen, dog kræver det, at de rent faktisk finder spillet først. Indtil videre er der dog kun 3 levels, og det kan derfor ikke hjælpe utrolig meget. Der er desuden heller ikke så meget variation af levelsne, og det begrænser også, hvad de kan lære. Dette ville derfor være en indlysende måde

³⁴ (Emily A. Vogels, 2022)

at forbedre spillet på, altså at lave flere levels, der omhandler forskellige dele af fysik. Der er desuden også småfejl, og nogle computere kan stadig opleve lag eller framedrops. Alligevel mener vi dog, at vores produkt har mulighed for at hjælpe gymnasieelever med fysik, især med mere indhold.

Kildeliste

- Agnes G. d'Entremont, J. C. (2018). *BEING A C- STUDENT IS THE NEW NORMAL : A LITERATURE REVIEW ON GRADES, SELF-WORTH, AND MENTAL WELLBEING*. Canadian Engineering Education Association.
- American English. (January 2016). *Teacher's Corner: Making Learning Fun*. Hentet fra American English: <https://americanenglish.state.gov/resources/teachers-corner-making-learning-fun>
- Andersen, N. O., Busch, H., Troelsen, H., & Horst, S. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser, Naturfag for alle – vision og oplæg til strateg*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Bonk, L. (27. Juni 2022). *What is the Best Aspect Ratio for Gaming?* Hentet fra Gadget Review: <https://www.gadgetreview.com/what-is-the-best-aspect-ratio-for-gaming>
- C., A. (u.d.). *What Makes a Good Gaming Logo?* Hentet fra Hatch Wise: <https://www.hatchwise.com/resources/what-makes-a-good-gaming-logo>
- Cano, J. (2006). MOTIVATING STUDENTS TO LEARN. *The Agricultural Education Magazine*, 29.
- Cliffside Park School District. (2023). *High School Physics Curriculum*. Hentet fra cliffsidepark: <https://www.cliffsidepark.edu/index.php/curriculum/high-school-science-curriculum-2/high-school-physics-curriculum/>
- CodeCaptain.io. (27. oktober 2019). *Improving performance in your games using spritesheets*. Hentet fra CodeCaptain.io: <https://www.codecaptain.io/blog/game-development/improving-performance-in-your-games-using-spritesheets/74>
- Cornell University Center for Teaching Innovation. (u.d.). *Cornell University*. Hentet fra Teaching Resources: <https://teaching.cornell.edu/teaching-resources/assessment-evaluation/measuring-student-learning>
- Dr. Valjeaner B. Ford, D. D. (u.d.). *Why Do High School Students Lack Motivation in the Classroom?* United States of America.
- Emily A. Vogels, R. G.-W. (10. August 2022). *Teens, Social Media and Technology 2022*. Hentet fra Pew Research Center: <https://www.pewresearch.org/internet/2022/08/10/teens-social-media-and-technology-2022/>
- Fabricatore, C. (Oktober 2007). *Gameplay and game mechanics design: a key to quality in videogames*. doi:10.13140/RG.2.1.1125.4167
- Gabriela Kiryakova, N. A. (2014). *Gamification in Education*.
- Gerencer, T. (22. Oktober 2021). *Is Widescreen Aspect Ratio or Standard Aspect Monitor Best for You*. Hentet fra hp: <https://www.hp.com/us-en/shop/tech-takes/widescreen-aspect-ratio-or-standard-aspect-monitor>
- Harteveld, C., Guimarães, R., Mayer, I., & Bidarra, R. (Juni 2007). *Balancing pedagogy, game and reality components within a unique serious game for training levee inspection*. doi:10.1007/978-3-540-73011-8_15
- Henry L. Roediger III, M. A. (2012). *Inexpensive techniques to improve education: Applying cognitive psychology to*. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*.

- Jenni Majuri, J. K. (2018). *Gamification of education and learning: A review of empirical*. Gamification Group.
- Markland, B. B. (2013). *Games in Formal Educational Settings*. Skövde: University of Skövde.
- Mason, M. (14. December 2017). *Poly Bridge Review*. Hentet fra Nintendo Life:
https://www.nintendolife.com/reviews/switch-eshop/poly_bridge
- Ornek, F., Robinson, W. R., & Haugan, M. P. (2008). What makes physics difficult? *International Journal of Environmental & Science Education*, 30-34. Hentet fra
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ894842.pdf>
- Pears, M. (21. April 2016). *Setting the Tone: Main Menus are the Game*. Hentet fra Game Developer:
<https://www.gamedeveloper.com/design/setting-the-tone-main-menus-are-the-game>
- PostCurious. (2. November 2018). *What makes a good hint system?* Hentet fra Get Post Curious:
<https://www.getpostcurious.com/post/what-makes-a-good-hint-system>
- PsychCentral. (14. April 2022). *How Does Self-Esteem Relate to Depression?* Hentet fra PsychCentral:
<https://psychcentral.com/depression/is-low-self-esteem-making-you-vulnerable-to-depression>
- Reas, C., & Fry, B. (december 2014). *Render Techniques*. Hentet fra Processing.org:
<https://processing.org/tutorials/rendering>
- Rocket Brush. (8. December 2021). *Why Pixel Art Games Have Become Widely Popular*. Hentet fra Rocket Brush: <https://rocketbrush.com/blog/pixel-art-games-popular>
- Schritter, T. (u.d.). *How to Participate in Class and Why it's Important*. Hentet fra Colleges of Distinction:
<https://collegesofdistinction.com/advice/how-to-participate-in-class-and-why-its-important/>
- Steven H. Wool, L. A. (2015). *How are income and wealth linked to longevity?* Center on Society and Health.
- Sullivan, S. A. (January 2017). *Education, Income, and Wealth*. Hentet fra stlouisfed:
<https://research.stlouisfed.org/publications/page1-econ/2017/01/03/education-income-and-wealth>
- Tavares, A. C., Silva, S., & Bettencourt, T. (2014). *Advantages Of Applying IBSE Method: The Coimbra Inquire*. Coimbra: Elsevier Ltd.
- Østergaard, L. D., Sillasen, M., Hagelskjær, S., & Bavnghøj, H. (2010). *Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det?* København: MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik.