



Semester: 4. semester

Title: En fleksibel bordlampe til forbedring af lysmiljøet i folkeskolen

A flexible task light to improve the lighting environment in elementary schools

Aalborg University Copenhagen

Frederikskaj 12,

DK-2450 Copenhagen SV

Semester Coordinator:

Secretary:

Project Period:

1. februar til 26. maj

Semester Theme:

Lighting in elementary schools

Supervisor(s):

Lektor Michael Mullins

Project group no.:

Members:

Bettina Duelund

Abstract

The hypothesis for this assignment is that by designing a task light for students in elementary schools, learning will be supported and it will help the students to focus and concentrate better in class.

Therefore, the problem statement for this project has been: How can a task light be designed that both operates in a flexible classroom while improving the learning and lighting environment for the students?

Based on a case study conducted around a full-scale experiment at Grøndalsvængets School in 2012, the implemented lighting facilities have been studied. This study has shed knowledge on various problems regarding lighting and learning in the implemented facilities, and which has formed the basis for an exploration of children's need for light in the learning environment. Based on this collected knowledge, a task light has been designed and developed to function in the contemporary learning environment. To make the lamp as flexible as possible, it is powered by a battery and has a lighting system where the light intensity and the colour temperatures can be controlled individually by the student. Lighting can thus perform in accordance with the students' own needs and preferences for lighting quality during their daily school activities and in line with the changing of seasons and the student's different placement in the class. With the implementation of this lamp in the learning and lighting environment, there will be improved learning and environmental benefits for the student.

En fleksibel bordlampe til forbedring af lysmiljøet i folkeskolen

af

Bettina Duelund



Indhold

Forord.....	3
Introduktion.....	5
Problemformulering.....	6
Forstudium.....	7
Forsøget på Grøndalsvængets Skole.....	7
Folkeskolen	9
Metode	10
Case studie: Besøg på Grøndalsvænges Skole	11
Interview del:	
Grøndalsvængets Skole idag.....	12
Feltstudie på Grøndalsvængets Skole.....	13
Kontakt til skolen	13
Tiden efter forsøget	14
Individuelle bordlamper.....	14
Lysintensitet og farvetemperaturer	16
Lampen skal passe ind i et hårdt miljø.....	17
Observation og målings del:	
Sammenhæng imellem lyset og koncentration.....	19
Brugen af lokalerne.....	19
"High tech lokalet".....	19
"Stenalder lokalet".....	20
"Lokalet uden styring".....	22
Observationer og målinger af lyset.....	24
"High tech lokalet".....	25
"Stenalder lokalet".....	30
Dagslys factor i klasselokale 45.....	32
"Lokalet uden styring".....	34
Bordformationer	38
Delkonklusionen.....	40
Lys og læring.....	42
Læringsmiljøets udvikling.....	43
Lysets fysiske påvirkning.....	46
De danske anbefalinger - til lys i folkeskolen.....	49
Menneskecentreret belysning.....	52
Delkonklusionen.....	56
Design afsnit.....	58
Design parametre.....	59
Designudvikling.....	63

Indhold

Tekniske	64
Lyskilde.....	64
Strøm.....	67
Oplader.....	70
Trådløs opladning.....	71
Styring af lyset.....	72
Lampeholder.....	74
Magneter.....	75
Vakuum.....	75
Materialer.....	76
Formgivning	78
Lampeskærm.....	78
Samlingen mellem hoved og krop.....	80
Formgivning af batteri.....	81
Lampes krop.....	82
Lampes holder.....	82
Oplader.....	83
Ejerskab.....	84
Lampens design og egenskaber	86
Endeligt design.....	87
Lampens egenskaber.....	88
Lampe design.....	89
Visualisering af lampen.....	90
Visualisering af oplader.....	91
Visualisering af lokale 45.....	92
Arbejdstegning.....	95
Diskussion	96
Konklusion	98
Fremtidsperspektiver	99
Litteraturliste og Bilag.....	100
Litteraturliste.....	101
Billag A.....	111
Billag B.....	113

Forord

Først og fremmest vil jeg gerne takke min supervisor, Lektor Michael Mullins for hans støtte til projektet og en stabil vejledning fra start til slut. Han har været en fast støtte igennem hele forløbet.

Herudover vil jeg gerne sige tak til Benni Willumsen og Grøndalsvængets Skole for den store åbenhed og hjælpsomhed i forhold til at sætte lokaler, personale og elever til rådighed til mit projekt. I skal alle have tak for et godt samarbejde.

Der skal også lyde et tak til Lysdesigner Nikolaj Birkelund stifter af Fortheloveoflight og Civilingeniører Anne Iversen fra Henning Larsen Arkitekter, for at have været behjælpelige med materialer omkring forsøget på Grøndalsvængets Skole.

Arkitekt og lysdesigner Imke wies van mil fra Henning Larsen Arkitekter skal også have en særlig tak for at tage sig tid til en god faglig snak om lyset i læringsmiljøet, samt feedback og inspiration til mit projekt.

Jeg vil også gerne rette en tak til AAU's Lab manager Jesper Greve og Søren Momsen i Fablab for deres tekniske støtte og vejledning.

Virksomheden Blue Lighting Technology Co. skal have tak for sponsorering af LED'er til min prototype / model.

Elektroingeniør Jacob Tinnesen skal have tak for hans tekniske vejledning. Ydermere skal der lyde et tak til min medstuderende Johannes Møjen og hans ven Sigurd Møller, for deres hjælp med udviklingen af styresystemet til prototypen.

Der skal også lyde et stort og inderligt tak til min sparringspartner og medstuderende Carina Tinnesen, din hjælp og faste støtte har været uvurderlig igennem hele projektet.

Jeg vil rette et specielt tak til min veninde og sammenbo Emilie Hasle for at have båret over med mig i denne periode.

Til sidste vil jeg gerne sige tak til venner og familie for deres støttende ord og store opbakning til projektet, samt til kandidaten og de sidste to års universitets liv, det betyder uendeligt meget for mig.

Introduktion og metode

Introduktion

De fleste af os har gået i en folkeskole eller noget relaterende, og kan måske huske lyden af lysstofrør der bliver tændt, brummer, blinker et par gange, inden de stille og roligt varmer op til fuld styrke.

For mit vedkommende er det 23 år siden, jeg første gang satte mine ben i et klasse-lokale og underbevidst oplevede lysets rytme. På dette tidspunkt havde jeg ingen ide om lysets betydning for mig generelt, ikke for min koncentration og indlæring og for mit videre liv. Først i forbindelse med denne rapport, har jeg prøvet at genkalde hukommelse omkring lyset fra dengang. Men sandheden er, at flere steder har lyset ikke ændret sig meget siden.

Der er i mange år blevet arbejdet for, at skabe verdens bedste uddannelser og undervisningsmetoder er blevet udviklet som lærere og elever skal følge. Men først i nyere tid er der kommet fokus på, at det ikke kun handler om lektier og hårdt arbejde, men at de omgivelser som der skal læres i, også er en vigtig factor, som skal fungere som medspiller.

Derfor er der påbegyndt flere forsøg i undervisningsmiljøet for at finde ud af, hvor stor indflydelse indeklima, akustik og belysning har på elevernes koncentration og læring. Det er på baggrund af sådan et forsøg i en folkeskole, at dette projekt tager sit afsæt.

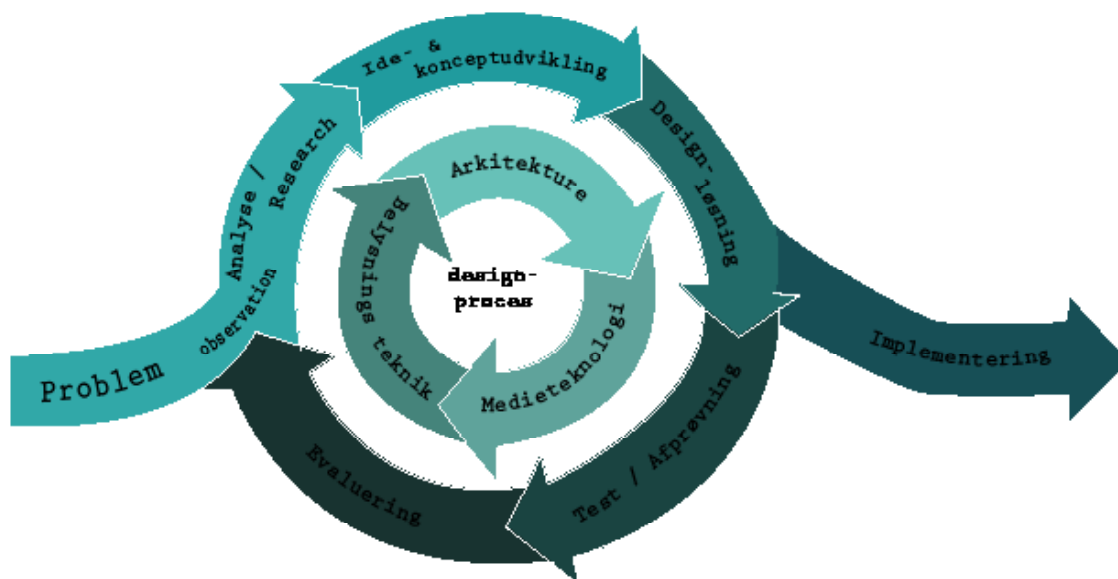
I dette forsøg bliver der installeret en arbejdslampe til hver elev på baggrund af en problematik der er opstået, da smartboards begynder at blive implementeret i folkeskoleklassen. For at undervisningen kan fungere på disse smartboards, skal dagslyset lukkes ude og generelbelysningen slukkes.

Da det i mange folkeskoler er de to eneste belysningsparametre der er at arbejde med, resulterer dette i at eleverne skal sidde i mørke og få undervisning.

Ved implementering af arbejdslamper løses belysningsproblemet, men der opstår nogle problemer og lamperne bliver taget ned og den oprindelig problematik står derfor stadig uløst.

I efteråret 2015 har jeg en praktik hos Urgent.Agency, i forbindelse med kandidatstudiet i Lysdesign på Aalborg Universitet i København. Her arbejder jeg med brugerindragende designopgaver. Jeg finder ud af i denne periode, at kombination mellem at undersøge brugernes behov og designe på baggrund af disse, giver en god proces og et holistisk resultat.

Kandidaten i lysdesign er opbygget af tre forskellige videnskabelige fagligheder hhv. arkitektur, medieteknologi og belysnings teknik, i krydsfeltet mellem disse bliver der arbejdet med både dagslys og kunstig belysning.



Figur 1: Metode model kombineret af designprocessen og lysdesigns tre faglige retning.

Formålet med uddannelsen er at få en problemorienteret, akademisk-teknologisk og proces-relaterede tilgang til lysdesign, samt en forståelse for at designe med lys i virtuelle og fysiske rum. (Light, 2015)

Med min baggrund som Møbedesigner, kombineres de tre videnskabelige fag med designprocessen som det ses i figur 1 som metode til at løse det afdækkede og uløste belysningsproblem i folkeskolen.

Hypotesen er; *at ved at designe en arbejdslampe til folkeskoleelever, vil denne kunne understøtte læringen og være med til at hjælpe eleverne til at fokusere og koncentrere sig bedre.*

Det er motiverende at kunne være med til at forbedre forholdene for mange tusinde folkeskole elever i Danmark. Det er vigtigt at give børn den bedste start på livet, det er et område hvor jeg med min kombination af uddannelser kan hjælpe til. Med en passion for krydsfeltet mellem lyset, mennesker og produktudvikling, kan jeg bidrage med viden og kompetencer til at løse denne problematik, og på den måde forbedre læringsmiljøet.

Problemformuleringen er; *Hvordan kan en skrivebordslampe designes, som fungerer i et fleksibelt klasselokale, og samtidig forbedre lærings- og lysmiljøet for eleverne?*

Forsøget på Grøndalsvængets Skole

Denne rapport tager afsæt, i et fuldskalaforsøg fortaget på Grøndalsvængets Skole i 2012. Forsøgsprojektet blev fortaget af fem Plan C partnere og en DTU studerende Martin Grün Roien. *"Plan C har fremmet en renoveringspraksis, der kan skabe værdi for såvel miljøet og brugerne som for samfundsøkonomien."* (Plan C, 2011). Plan C eksisterer ikke mere, projektet og samarbejdet stoppede i 2013. (Plan C, 2013).

Forsøget på Grøndalsvængets Skole prøver at bevise at ved at skabe gode indeklima-forhold for eleverne, igennem bla. belysningsforhold som understøtter undervisningen, vil elevernes koncentrationsevner forbedres og dette vil derved føre til en bedre præstation.

I forsøget er der taget udgangspunkt i tre klasselokaler på skolen, hhv lokale 44, 45 og 46. Inden forsøgets start blev der fortaget nogle forbedringer i alle tre klasselokaler.

Lokale 45 - "Reference"/ "stenalder" lokalet, er det lokale som refererer til normen for klasselokaler. I dette lokale blev der, malet vægge og opsat gardiner, som de eneste forbedringer og forandringer. Det gamle belysningsystem med lysstofrørs-armaturer og manuel tænd/sluk forblev.

Lokale 46 - "Uden styring"; fik fortaget de samme forbedringer som lokale 45, og herudover blev der installeret et akustik loft med indbygget belysningsanlæg bestående af 9 stk. 3x14W lysrørsarmaturer med højfrekvente forkoblinger. Dette system er uden lysstyring, og derfor også med en traditionel manuel tænd/sluk funktion. (Roien, M. G., 2012, s. 8)

Lokale 44 - "Med styring" er blevet nyrenoveret. I dette lokale er et lysstyret belysningsystem blevet installeret. Armaturerne er baseret på LED teknologi og belysningsystemet er styret af tilstedeværelses- og dagslyssensorer. Sensorerne kan derfor registrerer personer der er tilstede i lokalet, samt dagslysindfaldet i bordhøjde, og regulere lyset efter disse faktorer. Det vil sige at systemet kan veksle imellem brug af dagslys alene, brug af kunstig belysning alene, eller en blanding af de to belysningstyper. (Roien, M. G., 2012, s. 8)

Belysningsanlægget består af 9 stk. kvadratiske LED armaturer fra Philips som er installeret i et nyt nedhængt 60x60cm akustiklofts-system. Herudover er der i alt installeret 10 LED downlight spots langs med væggene, der skal oplyse de vertikale flader. Dette er for at skabe kontrastfyldte forhold i lokalet, samt skabe fleksible

brugerorienterede belysningsmuligheder. Belysningen er indstillet til at give 200 lux på bordene. (Roien, M. G., 2012, s. 8)

Eleverne blev testet over fire uger, hvor de rokerede imellem de 3 lokaler, fordi man ville prøve at bevise at en ændring i læringsmiljøet vil have en forbedrende effekt på elevernes præstation. *"Eleverne klarede sig gennemsnitlig set lidt bedre i det nyrenoverede lokale 44. Men der fremkom ikke statistisk signifikante resultater i analyserne."* (Roien, M. G., 2012, s. 27) Resultatet blev at der ikke var nok beviser for at sige, at lyset har givet øget præstationsevner hos eleverne.

Plan C lavede også nogle undersøgelser i forbindelse med forsøgsprojektet med udgangspunkt i det nyrenoverede lokale 44. *"Formålet med projektet er at undersøge, hvordan den nye belysning påvirker energiforbruget og elevernes trivsel sammenlignet med traditionel belysning."* (Enevold et. al., 2011, s.140) I dette forsøg blev individuelle bordlamper til eleverne implementeret. Ifølge denne rapport har det nye lyssystem den indvirkning at eleverne er mere rolige og fokuserede når bl.a. smartboardet bliver brugt i undervisningen. Plan C mener at grunden til dette er muligheden for at kunne dæmpe lyset, samt bruge de individuelle bordlamper. En spørgeskemaundersøgelse blandt lærerne bekræftede, at de mener at eleverne virker mere koncentreret i det nye lyssystem.

Implementeringen af den individuelle lampe sker på baggrund af at den almene belysning bliver slukket når smartboardet bliver taget i brug. I disse situationer er det godt for den enkelte elev at kunne tænde sine egen lampe, for at skabe muligheden for at kunne tage noter eller følge med i undervisningsmateriale på bordfladen.

Til et lys-foredrag arrangeret af KADK (Det Kongelige Danske Kunstakademis Skoler for Arkitektur, Design og Konservering) i samarbejde med AAU KBH (Aalborg Universitet i København), bliver dette projekt omtalt. Afslutning på fortællingen om dette forsøg er, at i løbet af kort tid efter forsøget er afsluttet, bliver de individuelle lamper taget ned. Grunden lyder at opsætningen med de individuelle lamper ikke er fleksibelt nok til undervisningen.

Nikolaj Birkelund svare dette i en mail: *"Grundet økonomi i projektet var vi nødsaget til at købe færdige armaturer til projektet. Det resulterede i en lidt for stor bordlampe som blev et irritationsmoment til sidst og blev derfor pillet ned. Desuden skulle bordene fikseres for at føre strømforsyning under bordene fordi der ikke kunne etableres gulvbokse for projektet økonomi."*

I det videre forløb bliver der fulgt op på, hvad der er sket på Grøndalsvængets Skole siden 2012. Hvad har det haft af betydning for skolen, eleverne og lærerne, at de var involveret i forsøget.

Ydermere presser spørgsmålene sig på, hvad er der sket med de individuelle bordlamper? Hvad har det betydet at lamperne ikke har været fleksible nok til undervisningen? Er det muligt at udvikle en lampe som kan passe til forholdene, så eleverne igen har mulighed for at få lys, der understøtter deres koncentration og fokus og giver dem en bedre læringsmiljø at være i?

Folkeskolen

Dette afsnit beskriver kort, fakta om folkeskolen, for at give et billed af dens størrelse og hvor mange involverede der kan gavn af forbedringer af læringsmiljøet.

I 1814 blev det vi kender i dag som folkeskolen oprettet. Folkeskolen er den offentlige grundskole, som består af en obligatorisk børnehaveklasse og 1. – 9. klasse samt en frivillig 10. klasse.

Folkeskolen er sat i verden for at forberede eleverne til videre uddannelse. For når eleverne har afsluttet folkeskolen, har de mulighed for at begynde på en ungdomsuddannelse.

Der er ingen skolepligt i Danmark, men der er 10 års undervisningspligt. Det vil sige at forældre selv kan bestemme hvor og hvordan de vil få undervist deres børn, de kan vælge imellem frie grundskoler, efterskoler og ungdomsskoler samt hjemmeundervisning.

I år 2015 er der 1652 folkeskoler (inkl. Specialskoler og Dagbehandlingstilbud) i Danmark. Det er ca 81 procent af alle elever i den skolepligtige alder der går i folkeskolen, imens det kun er 16 procent der går i en fri grundskole.

I 2014/15 går 543.753 elever i folkeskolen og disse elever bliver undervist af 55.825 lærere.

Disse tal viser at skolesystemet rummer og varetager ansvaret for trivslen omkring relativt mange ansatte og elever hvert år. (uvm, 2016) (Rosengreen, 2015)

Metode

Som beskrevet i introduktion vil metoden for denne opgave være en kombination af designprocessen og lysdesign uddannelsens tre grundsten. Modellen i introduktionen viser de overordnede faser som opgaven vil komme omkring for at besvare problemformuleringen. I dette afsnit vil det blive gennemgået i dybten, hvilke metoder der vil blive brugt i de enkelte faser.

I **undersøgelse og analyse** delen vil en mere antropologiske/ sociologisk tilgang blive brugt i et case studie på Grøndalsvængets Skole.

Med afsæt i både det eksisterende forsøg og de nuværende forhold, vil der ved hjælp af en spørgeguide blive udført semistruktureret interviews og uformelle samtaler. For at få redegjort for og undersøgt forsøgets forløb og effekt, samt evaluere på belysningen og omgivelserne med det formål at kunne udarbejde designparametre til arbejdslampen.

Ydermere vil der blive foretaget feltarbejde i form af **observationer og lys målinger**, hvor formålet er at undersøge lysbehovet og redegøre for hvilke belysningsproblematikker der er, samt undersøge elever og lærernes adfærd og brug af lokalet for at få en forståelse af aktiviteter og brugen af læringsmiljøet og den eksisterende belysning.

Der vil blive udarbejdet et **teoretisk afsnit** med udgangspunkt i videnskabelige undersøgelser og artikler om lys og læring, lysets indflydelse på børns syns-udvikling og daglige rytme, samt belysningsanvisninger til folkeskolen.

Det indhentede viden i de forgående faser vil blive brugt til at udvikle **designparametre** som arbejdslampen skal designes ud fra, igennem en **designproces** med inspiration i eksisterende produkter, samt andre brugbare inspirationskilder, så vil der være en skitse/ide fase med udvikling af overordnede **koncepter** og en udvælgelsesfase, hvor det **endelige design** vil blive udviklet ned i detaljen, så det opfylder så mange designparametre som muligt.

I de forskellige faser vil der blive indhentet den fornødne viden blandt tekniske eksperter og der vil blive testet forskellige muligheder for at finde de rigtige løsninger.

Når det endelige design er fundet vil der blive udviklet en model / prototype. Ydermere vil der blive lavet **tests i 3D**, hvor lampen bliver implementeret i et af de undersøgte lokaler, her vil det være muligt at se hvordan lyset fra lampen vil fungere i lokalet, samt hvordan lokalets belysning er uden lampe.

Til sidst vil der blive **evalueret** på designet og dets evne til at forbedre læringsmiljøet.

**Case studie
på
Grøndalsvængets
Skole**

Grøndalsvænget Skole i dag



Billed taget ude foran Grøndalsvængets Skole.

Skolen er beliggende i Nordvest på Rørsangervej 29, 2400 København. Hovedbygningen er fra 1924 og er bygget i røde mursten i tre etager. De fleste klasselokaler har store sydvendte vinduer.

Grøndalsvængets Skole er en tosporet skole med klassetrin fra 0-9. Der er i alt 485 elever og 40 lærere.

Efter forsøget i 2012 begynder man at lukke skoler og lave skole-sammenlægninger i hele landet, og derfor bliver der ikke fortaget flere lystiltag efter forsøget, forklarer Benni Willumsen, som er Teknisk ejendomsleder på Grøndalsvængets Skole. Før der bliver taget en beslutning om skolen skal fortsætte eller lukke, går alt i stå i en periode. I 2014 bliver Grøndalsvængets Skole til en byggesag, da den får bevilliget en helhedsrenovering.

De skal begynde at tage imod flere elever fra områdets andre skoler som lukker og dermed bliver Grøndalsvængets Skole udvidet til en tresporet skole.

Udbudsmaterialet ligger klart og heri er der ønsker for bedre lysforhold og akustik i læringsmiljøet, med henvisninger til forsøget. (gsv, 2016)

Feltstudie på Grøndalsvængets Skole

Motivet for at tage ud på Grøndalsvænget Skole handler om at starte der hvor forsøget er afsluttet. For at finde ud af hvad der er sket i mellemtiden og hvilken betydning det har haft for skolen at de har været involveret i testforsøget i 2012. Udover at Grøndalsvænget Skole er et case studie for dette projekt grundet dens involvering i fuldskalaforsøget om et bedre læringsmiljø, er skolen ydermere også et case studie i den eksisterende belysning af ældre dato. I alle belysningsscenarierne er det vigtigt at undersøge om belysningen er tilstrækkelig, behagelig og kan vurderes til at understøtte koncentration, samt fokus på de rette steder.

Case studiet skal være med til at belyse, hvad der er sket med de individuelle bordlamper, som Plan C har været med til at implementere i klassen. - Er de taget ned som rygtet siger eller findes de stadig? Har de fået nogle nye, hvis ikke hvorfor? Herefter vil det være interessant at få svar på hvilken betydning bordlamperne har haft i klassen. Samt hvilken betydning det har for lysmiljøet hvis bordlamperne ikke eksisterer mere. Ydermere skal besøget være med til at understøtte bevæggrunden for at udvikle en bordlampe til folkeskole elever, samt være med til at levere inputs og rammer til processen.

Kontakt til skolen

Der tages kontakt til Grøndalsvænget Skole, hvor Benni Willumsen (herefter Benni) som er Teknisk Ejendomsleder på stedet bliver kontaktperson. Han arrangerer og informerer skolens lærere om besøget, samt om de ønskede interviews med lærere, målinger af belysningen og ydermere observationer af elever og lærer i undervisningssituationer der er tilknyttet lokalerne 44, 45 og 46.

Under besøget bliver der fortaget semistrukturerede interviews og flere uformellem samtaler. De vigtigste pointer fra samtalerne vil blive taget med her i rapporten. Alle de involverede lærere vil blive anonymiseret, så deres navne vil være fiktive i denne rapport.

Der bliver fortaget et længere interview med Eva som har været klasselærer i lokale 44, året efter forsøget fandt sted. Hun har været lærer på skolen i 16 år og har derfor en god forudsætning for at fortælle om forskellene på de forskellige lokalers læringsmiljø. Herudover er der under besøget opstået flere uformellem samtaler

med fire lærere i forbindelse med observationerne i klasserne.

Tiden efter forsøget

Benni viser rundt i bygningen, imens han forklarer om forsøget. Han forklarer, at efter forsøget afsluttes i 2012, fortsætter eleverne med at skifte lokaler hver 3 måned i et år frem, for at samle så meget data som muligt omkring hvilken indflydelse lokalerne har på indlæringen og koncentrationen.

Det er under denne samtale at Benni fortæller om den forstående helhedsrenovering som skolen skal undergå. Skolen er meget slidt og bærer præg af at mange elever har haft deres gang i bygningen. Benni fortæller, at det der primært er kommet ud af forsøget, er en forståelse for hvad miljøet i lokalerne kan gøre for elever, lærere og undervisningen. I det nye udbudsmateriale er der derfor et ønske om bedre lyssystemer, refererende til det som er blevet testet i lokale 44. De ønsker at der i den nyrenoverede skole, skal implementeres et system som indeholder flere forskellige lysscenerier som passer til forskellige undervisningssituationer, så der skabes et godt læringsmiljø, som det der ses i lokale 44.

Individuelle bordlamper

Under samtalen med Benni spørges der indtil forløbet omkring de individuelle bordlamper. Han forklarer at eleverne i lokale 44 få en lampe hver, som de få lov til på daværende tidspunkt at dekorere, for at skabe ejerskab til den. Men implementeringen af lamperne i lokalet er ikke god nok, det største problem handler om strøm tilførsel, forklarer Benni. For at lamperne kan få strøm er bordene nødt til at blive fikseret til én bestemt opstilling, og ud fra den bliver der trukket strøm til alle lamperne. Da der ikke er mere end to strømuttag i klasselokalet, skal alt strømmen trækkes fra dem.

Udover dette forklarer Benni at pærerne i lamperne over en lille periode begynder at "forsvinde" efterhånden som det bliver erfaret hvor godt et lys de leverer. Ydermere er lamperne fikseret til bordene med et "klemme"-system, og dette system kan ikke holde til den hårdføre behandling. De nævnte punkter ligger primært til grund for at lamperne ikke har overlevet i klasselokalet.

I artiklen "Case. Erfaringer med lamper til hver elev." som er skrevet efter forsøget

i oktober 2015, fortæller administrerende leder på skolen Erik Nielsen at *"Eleverne får bedre arbejdsvilkår, når de har deres egen lampe. De bliver mere motiverede og koncentrerede om deres arbejde. Men det er svært at få den tekniske logistik med ledninger og stikkontakter til at gå op."* (Case. 2015)

Eva bekræfter at den individuelle lampe, kan have en god indvirkning på eleverne. Hun beskriver det sådan: *"Lampen kan være med til at skabe en lille lys oase, et rum i rummet som er elevens eget, - og så behøver vi ikke at sætte skærme op for at lave adskillelse."* (Egne noter) Men hun fortæller også, at ledninger ud over det hele ikke er optimalt, og en skov af lampeskærme som skaber uro og gør det umuligt at skabe øjenkontakt med eleverne, hvilket heller ikke er ønskværdigt. Er dette præmissen, så vil hun heller være foruden lampen.

Per, som er matematiklærer, kommenterer også på de individuelle lamper og tilhørende ledninger, da der fortages observationer i en af hans undervisningstimer. Per forklarer: *"Der blev lagt nogle strømskinner ud. Det var ikke gennemtænkt og integreret nok til at det fungerede."* (Egne noter) Per er ikke afvisende overfor at de individuelle lamper har en effekt for eleverne, men han er skeptisk overfor hvordan det kan lade sig gøre at få dem integreret i folkeskolen, så de ikke bliver til gene. Derfor bliver Per yderst positiv, da jeg fortæller ham ideen om at udvikle en genopladelig lampe. Han tror på ideen og kan godt se et fremtidsperspektiv i det. Det leder ham på tanker om Elbiler, og han bekræfter at der på området inden for batterier sker kæmpe udviklinger i disse år og derfor vil man kunne udvikle et batteri som har lang levetid før det skal lades op. Dette perspektiv sætter en kreativ proces i gang hos Per, det fører ham til at forslå en integreret lampe i bordet, som kan hæves og sænkes efter behov. Ydermere fortæller han at lampen vil få mest effekt ved gruppe situationer, omkring et gruppebord.

I samtalen med Eva, bekræfter hun også, at det vil være smart med en lampe der kan genoplades og derfor ikke har en direkte ledning som dikterer hvordan bordene skal stå. *"Det giver god mening med en fleksibel lampe, som har et genopladeligt batteri, Ja!"* (Egne noter) Hun forklarer yderligere at hun sagtens kan forstille sig at eleverne har en oplader stående et andet sted, hvor lampen kan oplade. Eva beskriver uafhængigt af samtalen med Per, mange af de samme koncepter som Per beskriver under min samtale med ham. Eva nævner også, ligesom Per, at lamperne vil være perfekt til gruppeborde og denne læringsituation. Hun fortæller ydermere at det skal se ordentligt ud, og at det vil være smart hvis lamperne kan skubbes ind på midten af bordet. Hun laver fagter og bevægelser med hænderne, for at vise at alle lamperne på bordet samles og bliver til en klynge. Hun beskriver at lamperne skal

stå ordentlig ryg mod ryg, som om de passer sammen og bliver til én stor lampe. I samtalen med Benni, fortæller han i forbindelse med helhedsrenoveringen af skolen vil lokalerne blive udvidet med flere kvadratmeter, og der vil også blive lavet grupperum. De skal ligge imellem hver anden klasse, så to klasser deles om sådan et rum og har adgang til det fra hver deres klasse.

Det sidste perspektiv på strøm og individuelle lamper til eleverne kommer i en meget kort samtale med Tim hvor forløbet omkring forsøget bliver diskuteret. I den forbindelse nævnes der kort indledende tanker om en genopladelig lampe, og at besøg på skolen, har tilformål at skabe et samlet billede af, om ideen er holdbar. Tim byder ind med, at strøm til individuelle bordlampe pr elev skal kunne løses. Han mener at det kun er et spørgsmål om tid, inden alle eleverne har hver deres pc'er, og måske endda også hver et hæve-/sænke bord. Han siger: *"Hvis den moderne skole skal kunne følge med, må strøm derfor gennemtænkes i lokalerne og i det system må der kunne findes plads til en lampe"*. (Egne noter)

Hans tankegang er til at følge, og derfor spørgers der ind til, hvor mange af deres årgange på Grøndalsvænget Skole der i dag har pc'er. Dertil svarer han, at de ikke har ret mange penge og rigtig mange klasser, så det er på nuværende tidspunkt kun deres 9. klasser der har deres egne pc'er.

I interviewet med Eva, kommer samtalen også ind på emnet om pc'er i undervisningen, og hun nævner at hendes egne børn går på en skole i Rødovre og der har de pc'er fra 6. klasse af.

Lysintensitet og farvetemperaturer

Eva bliver spurgt, hvorvidt hun kan se kvaliteten i at lampen giver mulighed for, at hver enkel elev kan justere lysets intensitet. Hertil svare hun, *"Det vil give rigtig god mening, fordi børn godt kan lide at bestemme selv. De kan godt lide, at have muligheden for medbestemmelse, når det handler om dem selv. Så det at de selv kan bestemme, hvor meget lys der er på deres bord, tror jeg vil have rigtig god effekt på dem"*. (Egne noter) Da samme spørgsmål bliver spurgt, men denne gang angående farvetemperaturer, overvejer hun det lidt inden hun svare. Det viser sig, at der er en elev i lokale 44, som har en speciel lampe som har noget med forskellige farvetemperature at gøre, og at han bruger den i forskellige undervisningssituationer. På baggrund af den sparsomme viden Eva har om drengen, medgiver hun at det måske kan have en god effekt, hvis eleverne har mulighed for at ændre på farvetemperaturen i lampen. Samtidig erkender hun at hun desværre ikke ved nok om det, til at kunne

sige hvornår det skal bruges og hvilken effekt det vil have. Efterfølgende nævner hun også, at grunden til hendes betænkningstid i starten af spørgsmålet bunder i, at hun mener, at lampen skal være enkel og at der ikke skal være for meget at dimse med. Eleverne kan også få for mange muligheder, og miste koncentration ved at lege med lampen, i stedet for at følge med i undervisningen.

Lampen skal passe ind i et hårdt miljø

Det sidste spørgsmål Eva får, er om hun har andre gode råd til, hvad man skal være opmærksom på, når bordlampen skal designes.

Hun nævner bl.a.: *"At de er et skrøbeligt element som stikker op i højden og står ubeskyttet."* og *"Det er svært at få kontakt med eleverne, så der skal helst ikke være for mange ting der tager øjenkontakten."* Herudover siger hun: *"Fedt hvis den kunne stå på forskellige måder, på forskellige sider af bordet."* (Egne noter)

Under samtalen med Tim, kommer han ind på noget af det sammen som Eva. Tim giver hans forklaring på hvorfor lamperne ikke har overlevet i klasselokalet. Tim siger: *"Man havde ikke taget hensyn til, at elever ikke går stille og ordentligt lige ud, de siksakker ud af lokalet og med en rygsæk på, som flyver frem og tilbage på vejen ud. Og det skal der være plads til på en skole, omgivelserne skal kunne holde til elevernes voldsomme behandling, ellers kan vi ikke have det her."* (Egne noter)

Benni nævner også under vores samtale, at det er vigtigt at være opmærksom på at lampen skal være hårdfør, da miljøet er virkelig hårdt i folkeskolen og det skal lampen kunne holde til. Besøget på skolen har gjort et stort indtryk, det har derfor givet en stor forståelse for miljøet og omgivelserne som lampen skal passe ind i. Oplevelsen og forståelsen af miljøet har været en øjenåbner, som ikke ville have været mulig at læse sig til.

Ydermere bliver der i samtalen snakket om standen af skolen og dens inventar, og at der er en grænse for hvor robust og slidstærkt omgivelserne kan gøres. I den forbindelse bringer Benni forsøget og de individuelle lamper ind i samtalen igen. Han fortæller at dekoration af dem er et forsøg på at kompensere for at lampen ikke er designet til miljøet. Ved at få hver elev til at personliggøre hver sin lampe, vil en ejerskabsfølelse opstå. Teorien er, at dermed vil den enkelte passe bedre på sin egen lampe.

Eva fortæller, at hun tror at eleverne har fået hver deres egen lampe med hjem, og at det er derfor lamperne ikke er i klassen mere. Så i hendes bevidsthed har dekora-tions øvelsen skabt en forståelse af, at det var elevernes egne lamper.

Benni fortæller om Det Kongelige Vajsenhus under vores samtale. Det er en privat grundskole, som har en anden tilgang til, at få eleverne til at skabe ejerskab overfor inventaret. De har indført, at når eleverne starter på skolen, får de udleveret hver deres stol, med hver sit unikke tal indgraveret, som bliver skrevet op i en bog med elevens navn ud for. Nummeret og stolen følger herefter eleven igennem hele dennes skoletid, hvor det er elevens ansvar at passe på den.

Bennis pointe er, at eleverne ødelægger tingene eller passer mindre på dem, fordi de ikke føler ejerskab overfor dem.

Derfor tror han på, at hvis ansvaret gives til eleverne, og der heri ligger en anerkendelse af og forventning om, at eleverne vil kunne løfte ansvaret. Så gør de det også! Denne logik og procedure foreslår Benni bliver overført til lampen, så alle lamperne får et nummer og bliver skrevet op i elevens navn således at ansvaret for at passe på den, ligger hos eleven indtil vedkommende går ud af skolen. Benni mener at dette system vil fungere.

Han sammenligner med de 9. klasser der er på skolen i dag. De har hver fået udleveret en pc, og derudover et tilhørende opladnings-skab. Ligesom de har ansvaret for denne pc, kunne de også have ansvaret for lampen og begge kunne have deres plads i opladnings-skabet når de ikke bruger det.

Sammenhæng imellem lyset og koncentration

Under besøget på Grøndalsvængets Skole foretages der observationer af eleverne og lærerne for at finde ud af, om der kan ses en forskel på elevernes opførsel i de forskellige lokaler. Herudover observeres brugen af de forskellige lokaler, i forhold til de muligheder lokalerne hver især tilbyder.

Teorien i forhold til lokalernes forskellighed er at lokale 44 - "High tech lokalet", burde skabe det bedste miljø, hvor eleverne er mest koncentrerede og fokuserede fordi lyset, akustikken og indeklimaet er udviklet til at understøtte læringsmiljøet.

I lokale 45 - "Stenalder lokalet", burde eleverne være de mindst fokuserede, da der ikke er sket andre forbedringer end opsætning af gardiner og en omgang maling. Herudover skal eleverne i lokale 46 - "lokalet uden styring" udvise lidt bedre koncentration end i "Stenalder lokale" og ikke lige så god koncentration som i "High tech lokalet", da dette lokale ydermere har fået installeret et akustikloft og integreret et nyere belysningsanlæg.

Men da observationerne er lavet over en meget kort periode, vil det ikke være rimeligt at konkludere noget på sammenhængen imellem elevernes koncentration og lokalets faciliteter. Det er tydeligt under observationerne at elevernes koncentration er påvirket af undertegnede tilstedeværelse og ydermere er de valgte observationsperioder ikke brugbare da eleverne har selvstændigt arbejde i meget af den tid hvor observationerne finder sted og derfor er den observerede brug af lokalet og samspillet imellem lærere, elev og omgivelser ikke repræsentativt nok.

Brugen af lokalerne

"High tech lokalet"

Igennem både observationer og samtaler med forskellige lærere i løbet af besøgsdagen, er det blevet tydeligt at belysningen ikke bliver brugt korrekt af alle. I to uformelle samtaler med hhv. Mads og Peter, svare begge uafhængigt af hinanden at de tænder alt lyset inde i "High tech lokalet", når de underviser derinde. Begge erkender at de har hørt, at der er lavet forbedringer i lokalet, men ingen af dem har været opmærksom på, at det bl.a. har omhandlet et anderledes og bedre belysningsanlæg, som ved rigtig brug kan understøtte forskellige undervisningssituationer og læringen.

Per underviser fast i "Stenalder lokalet", men på grund af dette besøg er han gået med til at flytte undervisningen og eleverne ind i "High tech lokalet", for at der kan foretages observationer i alle tre lokaler på samme dag. Grundet at "High tech lokalet" ellers ville have stået tomt hele dagen, da den klasse der plejer at opholde sig i lokalet er på tur på observationsdagen.

Under observationerne i Pers time i "High tech lokalet", diskuteres belysningen i lokalet også. Han har haft tid til at observere belysningen og han er ikke vildt imponeret over det. Spotsene stiller han sig kritisk overfor. Han forstår, at formålet med dem er, at lyse tavlerne op, som er placeret langs med væggen under spotsene i både højre og venstre side. Men han har observeret at de elever som sidder i højre side af lokalet er badet i lyset fra de spots, hvilket han fortæller, ser ubehageligt ud for dem. Før og under denne samtale observeres det at Per ikke slukker spotsene når smartboardet er færdigt med at være i brug, først da spotsene bliver diskuteret, bliver han opmærksom på det og slukker spotsene.

Grunden til at eleverne sidder direkte i spotlyset er, at den hestesko som bordene er opstillet i, ikke er placeret symmetrisk i klassen. I forbindelse med forsøget i 2012 blev der lavet speciel-inventar til klasselokalet, to siddemøbler med integrerede bogreoler. Disse to står i klassens venstre side, direkte i front når man kommer ind af døren til klassen, hvilket gør at bordopstillingen er nødt til at blive placeret mere til højre i lokalet. Dette indikerer at belysningen måske ikke er fleksibel nok til undervisningsmiljøet.

"Stenalder lokalet"

I forhold til brugen af "Stenalder lokalet" og "lokalet uden styring" udbyder disse kun manuel tænd og sluk af den generelle belysning og styring af dagslys ved hjælp af gardiner. Den forudindtagede forventning er derfor, at brugen af begge disse lokaler vil vise en meget ligefrem struktur i forhold til, hvornår hvilke faciliteter i lokalet bliver taget i brug. Det vil sige at gardinerne er for og generel belysningen er slukket når smartboardet er i brug og resten af tiden en kombination af dagslys og supplerende af den generelle belysning. I tilfælde af direkte dagslys, vil et gardin trækkes for osv. Forventningen er at det er en meget intuitiv brug af lokalet som derfor vil falde naturligt for både lærere og elever at bruge og betjene.

På observationsdagen er vejret lidt vådt og regnfyldt og himmelen er jævnt overskyet. Solen kan af og til lægge an til at forsøge at bryde igennem skydækket, men



Billed taget ude af vindue i lokale 45 på Grøndalsvængets Skole, d. 11.02.2016 kl 10.30.

det er for jævnt og tykt. Så effekten bliver sporadiske lysstråler der af og til formår at skyde igennem og lyse himlen en smule mere op, så der bliver skabt en vekselvirkning igennem hele dagen af mere og mindre lys fra himlen.

Da der på intet tidspunkt er direkte sol, er forventningen til alle lokalerne at gardinerne kun er trukket for når smartboardet er i brug.

I "Stenalder lokalet" er det også Per der underviser da observationerne af klassens brug, eleverne, samt læren og undervisningen bliver fortaget.

Da observationerne finder sted er der ikke meget aktivitet i lokalet, da eleverne har en lektion der hedder "faglig fordybelse", hvilket betyder at de må sidde med læse eller skrive materiale efter eget valg. Det har den betydning at alle derfor sidder på deres plads og der bliver ikke skiftet mellem brugen af lokalets faciliteter. generelbelysningen er tændt og gardinet er trukket for i det midterste vindue. Dette scenarie bliver holdt igennem hele observations perioden.

Foran vinduet hvor gardinet er trukket for er der placeret et enmandsbord. Til forskel for alle de andre elever i klassen ligger eleven der sidder ved dette bord hen over bordet, som om han sover. Han bliver spurgt om han ikke har en bog han kan læse i, det har han ikke og han fortæller også at han er for træt.

Den rette brug af lokalets faciliteter vil være at trække gardinet fra og lade dagslys komme ind, for at give alle inklusive denne dreng noget energi at arbejde med da han nu sidder det mørkeste sted i klassen. Der er umiddelbart ikke nogen begrundelse eller tydelig grund til hvorfor gardinet er trukket for.

"Lokalet uden styring"

I "lokalet uden styring" er det Peter der underviser da observationerne finder sted. Eleverne sidder med hver deres pc. Gardinerne er trukket for og den generelle lofts belysning er tændt, samt smartboardet er også tændt med stand-by skærmen på. I denne lektion er der heller ikke skiftende brug af faciliteterne, da eleverne sidder og laver lektier under hele observations perioden.

Efter noget tid i lokalet spørgers der indtil hvorfor gardinerne er trukket for, da dette kun bør være tilfældet når smartboardet er i brug og ved direkte dagslys-indfald.

Peter svare at det er der altid når han underviser i lokalet. Han henvender herefter spørgsmålet ud i klassen til eleverne, to piger vælger at at deltage i samtalen. De fortæller at det er fordi de har brugt smartboardet i forrige lektion og ikke har fået trukket fra igen efterfølgende. Den ene pige rejser sig herefter op og begynder at



*Billed taget i lokale 45 på Grøndalsvængets Skole, d.
05.05.2016 kl 15.00.*

trække gardinerne fra, hvortil dagslyset strømmer ind i lokalet. Effekten af dagslysets tilstedeværelse påvirker alle eleverne i klassen, det ses og høres ved at alle tager en fælles dyb vejrtrækning og retter sig op i stolene. Pigen slukker herefter for den generelle lofts belysning som nu virker overflødig, hvorefter hun sætter sig stille tilbage på sin plads. Dagslyset har en kæmpe effekt på lokalet. Før gardinerne bliver trukket fra følte der indelukket og en stemning af at være fanget.

Efterfølgende udbryder den anden pige til Peter : *"Du har jo blå øjne! Jeg har altid troet de var brune!"* Denne kommentar forklarer tydeligt hvor dårlige belysningen er uden støtte fra dagslyset. Kommentaren indikerer at Ra-værdien for farvegengivelse i belysningen ikke er høj nok. Ydermere bliver det tydeligt hvor godt dagslys er til at farvegengive, samt "tanke os op" og hvor vigtigt det er med en kombination imellem naturlig og kunstig belysning.

Observationer og målinger af lyset

Der bliver lavet observationer og målinger af belysningen i alle tre klasselokaler, imens ingen andre er i lokalerne. Dette gøres for at danne et billede af, hvordan lyset falder på elevernes arbejdsflader og hvordan lyset er at opholde sig i, samt hvordan målinger og lysoplevelserne stemmer overens. Dette bliver gjort ved at indtage forskellige pladser i lokalerne, og på arbejdsfladen bliver der lavet en måling med et luxmeter. I tillæg til målingen laves der en lille beskrivelse af hvor komfortabel lyset er og om lysniveauet understøtter behovet. Dette bliver gjort skiftevis ved at udlukke alt dagslys eller alt kunstigt lys og herefter ved gradvist at udvide belysningen, med de muligheder der er for mere og mere lys. Herudover bliver der også taget målinger på arbejdsfladerne hvor ingen sidder ved bordene, da dette er metoden der er blevet brugt til at beregne og opsætte lyset i sin tid.

Disse to metoder til at måle lyset på bliver fortaget, fordi antagelsen er at der er nok lys på bordfladen når ingen sidder ved bordet. Men så snart der sidder en person ved bordet, ville denne sandsynligvis skygge for sig selv. Når belysningssystemer bliver sat op i store faciliteter som skoler er det ofte på lys pr. m² der er fokus på og ikke kvaliteten af det lys, der faktisk er på de enkelte pladser.

Udover den kunstige belysning bliver der også lavet målinger af dagslyset. Dette gøres ved at måle dagslysfaktoren i lokalet for at finde ud af om denne lever op til de anbefalede procent og dermed skaber det optimale lys på alle pladserne i lokalet.

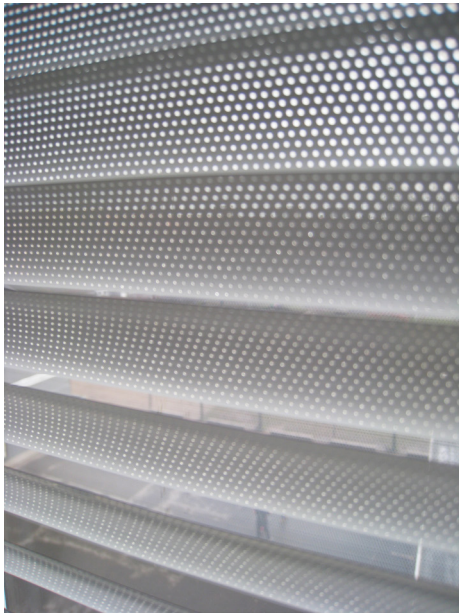
”High tech lokalet”

I ”High tech lokalet” er der implementeret det mest avancerede lysstyrings system baseret på LED teknologi, 9 kvadratiske lysarmaturer samt 10 LED spots. Både almenbelysningen og spotsene kan vha. trykknapper overstyre den automatiske styring af belysningen, som forgår imellem grundbelysningen og dagslyset. Der er installeret persienner til at give mulighed for at lukke dagslyset ude.

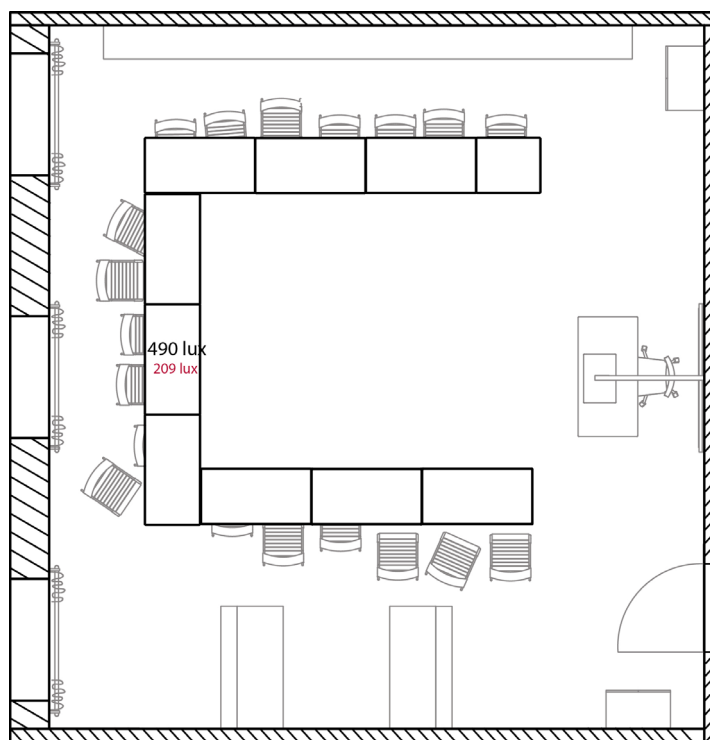
Den mest centrale plads i ”High tech lokalet” bliver indtaget, i midten af lokalt og hesteskoen. På denne plads har man et kæmpe vindue i ryggen, så der er potentielt rigtig meget dagslys indfald på denne plads. Ydermere er pladsen så godt som i midten for begge rækker af spots. Grundbelysningen vurderes på dette sted til at være godt placeret, alligevel skabes der en oplevelse af at sidde i skygge og lidt ”tåge”. Det føles nærmest som om der ikke er noget lys, hvilket på tidspunktet er en smule uforståeligt da forventningen er at systemet justerer sig efter dagslyset og derfor skal skabe mere lys når omgivelserne er ”mørke”/”grå”. I denne lille test er alt lys tændt og dagslyset får frit spil. Målingen på denne plads viser at der er 209 lux på arbejdsfladen, se figur 2. Hvilket er en acceptabel og den anbefalede mængde lys i klasselokaler er 200 lux pr. kvadratmeter (Kristensen et. al, 2004) (DS 700, 2005) indtil april 2016, hvor dansk standard DS 700 blev erstattet af den europæiske standard som anbefaler 300 lux pr. kvadratmeter (Dansk, 2016) (DS/EN 12464-1, 2011). Men anvisninger siger også at der anbefales 500 lux på en arbejdsflade (Råd og regler, 2015) og det er der ikke, fordi systemet er indstillet til kun at justere efter de anbefalede 200 lux pr. kvadratmeter.

I denne test bliver det tydeligt at uden støtten fra de individuelle lamper, er systemet ikke optimalt indstillet til undervisningen.

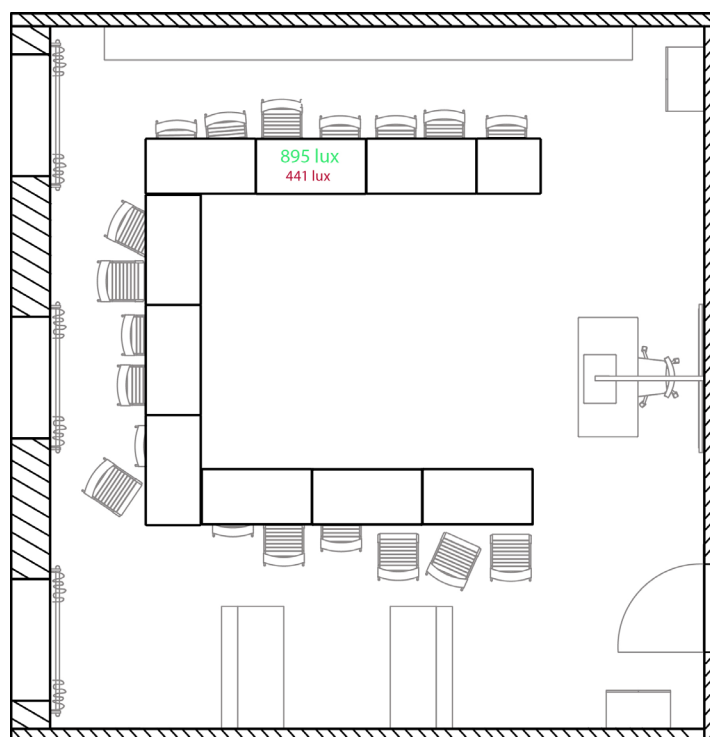
Der bliver skiftet plads til højre side af hesteskoen, for at bedømme om spotsene kan være med til at forbedre oplevelsen i klassen og skabe en følelse af nok lys. Pga. hesteskoens asymmetriske placering i lokalet falder lyset fra spotsene ned på hele bordrækken på højresidens arbejdsflader. Der bliver taget en måling hvor der ikke sidder nogen på pladsen og der overstiger de målte lux de anbefalede 500 lux (målt 895lux), se figur 3. For at få en fornemmelse af, hvordan det er at sidde på denne plads bliver denne indtaget. Det er en temmelig ubehagelig plads: den kan sammenlignes med at stå på en scene hvor alle de varme lamper peger mod personen i centrum. Personen får heldigvis ikke alt dette lys i hovedet, som det er tilfældet



Billed taget i lokale 44 på Grøndalsvængets Skole, af persienerne.



Figur 2: Viser placering i midten af lokalet og hesteskoen. Med de målte 490 lux når ingen sidder der, og kun 209 lux når en person sidder på pladsen



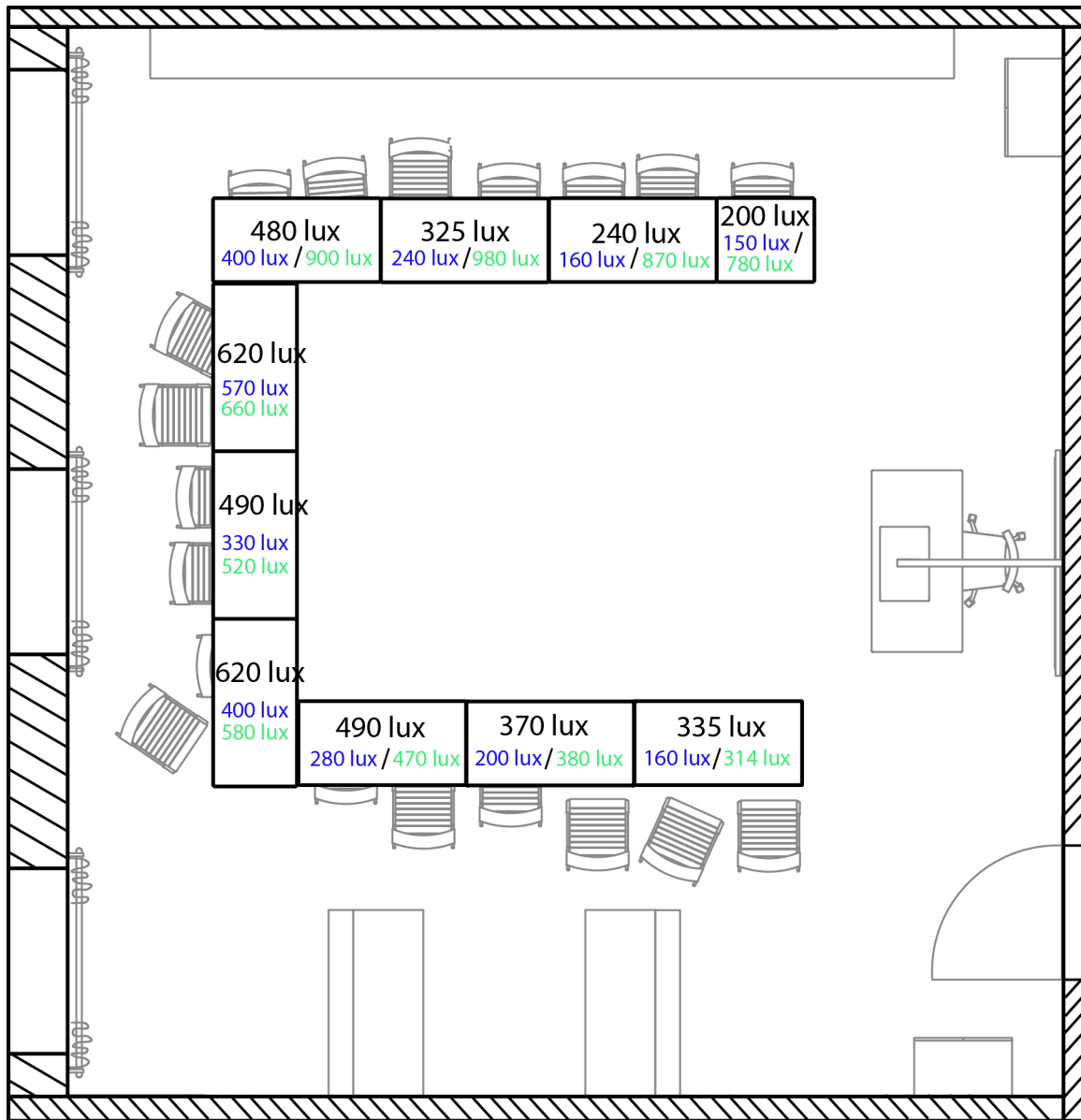
Figur 3: Viser placeringen i højre side af lokalet og hesteskoen. Hvor 895 lux bliver målt når ingen sidder der, og 441 lux når en person sidder på pladsen.

- Klasselokale 44 "High Tech"
- Generelbelysning (dagslys kan ikke holdes ude)
- "Intet lys"
- Spot lys
- Målinger taget hvor en person sidder på pladsen

på en scene. Lyset falder på personens ryg og baghoved og skaber 3- 4 skygger på arbejdsfladen. Personen der sidder på pladsen skygger for egen arbejdsflade og nedbringer på denne måde belysningsstyrken på bordfladen til 441 lux. På trods af at der er meget mere lys på denne plads, i forhold til den forrige og at dette lys skaber et meget mere klart udsyn i lokalet og til tavlen. Så bliver det hurtigt varmt at sidde der og det bliver ubehageligt for personen når vedkommende er nødt til at vende sig rundt mod lyset, for at kunne følge med i hvad læreren skriver på de whiteboardtavler der hænger under spotsene. I denne situation er personerne i højre side af hesteskoen alt for tæt på spotsene, hvilket ikke har været meningen da belysningssystemet blev installeret. Med så kort afstand til spotsene resulterer det i sammenknebne øjne for at skærme og holde noget af lyset ude og undgå blænding. Spotsene er beregnet til at tænde når smartboardet er i brug, og i den situation skal den generelle belysning slukkes og dagslyset lukkes ude. Det kunne konstateres, at de persiener der var blevet installeret i lokalet, ikke kan holde dagslyset ude. De er udformet i perforeret metal og dette giver mulighed for se ud og få en føling med vejret, hvilket er smukt og rart, men mindre brugbart når behovet er at lukke dagslyset ude, for at kunne bruge smartboardet. Det ser ud til at være en svær balance og lidt af en kamp, om det er omgivelserne der skal passe til læringssituationerne eller omvendt.

Figur 4 viser de lux værdier som de forskellige belysningsparametre giver mulighed for at anvende i undervisningen. Disse værdier er taget uden at en person er placeret på nogen af pladserne, det vil sige at alle tre parametre har fri adgang til arbejdsfladen. De blå tal som er markeret "Intet lys", beskriver den mængde lys der er på arbejdsfladerne når persienerne er lukket for. De sorte tal beskriver generelbelysningen plus den mængde dagslys som kommer fra vinduerne selvom det forsøges at lukke lyset ude. De grønne tal beskriver den mængde lys der er på arbejdsfladerne når spotlysene er tændte.

Ud fra disse værdier alene, må man vurdere at der er meget lys, nogle steder mere end rigeligt lys tilgængeligt til hver elev. Men på baggrund af den forgående test, som er en mere menneske orienteret måde at måle lyset på, må disse belysningsværdier vurderes for misvisende. Grundet forholdet til den faktiske belysning der er på arbejdsfladen, når eleverne sidder på pladserne og får undervisning i klassen. Lyset kan på baggrund af disse observationer og målinger antages på flere pladser at være direkte generende for enkelte elever i klassen, samt for andre være langt under hvad behovet er.



Figur 4: Tre forskellige lysmålinger i "High tech lokalet".

- Klasselokale 44 "High Tech"
- Generelbelysning (dagslys kan ikke holdes ude)
- "Intet lys"
- Spot lys
- Målinger hvor ingen sidder på pladserne

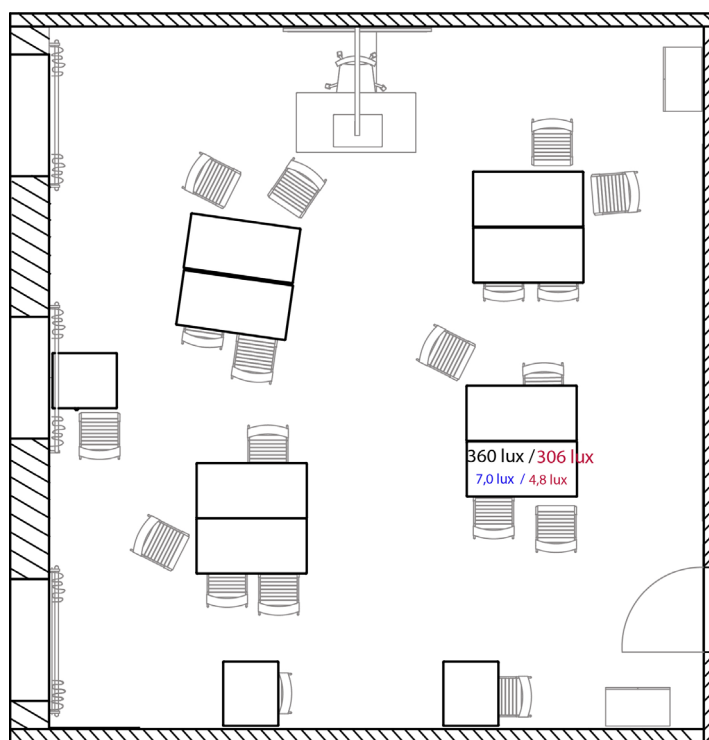
”Stenalder lokalet”

Observationerne af ”Stenalder lokalet”, lokale 45 som er det traditionelle klasse-lokale, repræsenterer den mest almindelig skoleklasse. Den rummer de obligatoriske ni nedhængte lysstofrørsarmaturer og tykke blå gardiner, som kan lukke alt dagslys ude når de skal bruge smartboard, det er de to justeringsparametre der står til at ændre for at få undervisningen til at fungere. Da gardinerne er fremstillet i et meget tykt tekstil, kan det bruges til at mørklægge hele lokalet. Lokalet har tre vinduer, hvilket potentielt giver mulighed for en gradvis mørklægning fra smartboardets placering og bagud. Ved praktiske undersøgelser i klassen blev det dog fastlagt, at der stadig er for meget dagslys hvis man undgår at trække de bagerste gardiner for, så en fuldstændig mørklægning er nødvendig for at det er muligt for børnene at se noget på smartboardet.

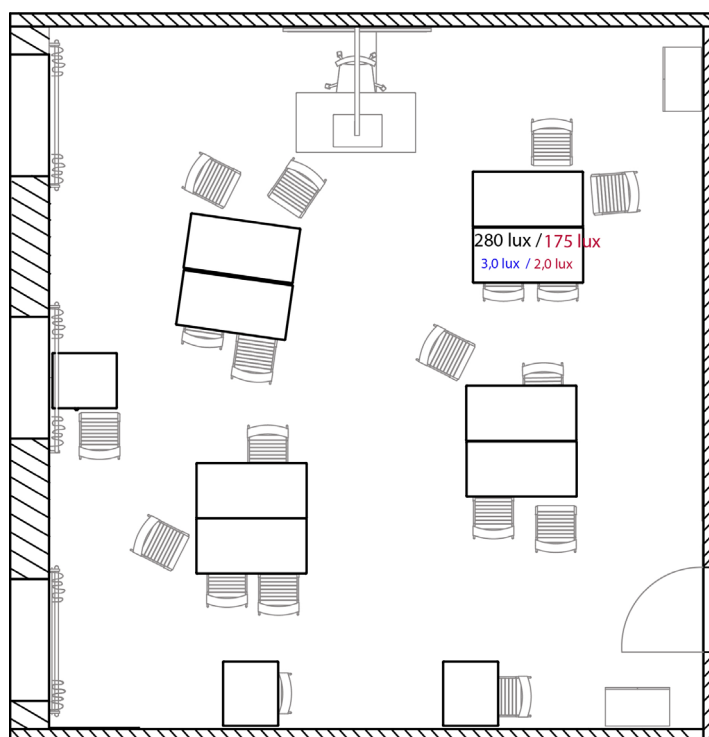
Ved fuld mørklægning, hvor gardinerne er trukket for og generelbelysningen slukket, sidder eleverne i fuldstændig mørke. Med smartboardet tændt i denne situation, skabes der et skarpt billede på boardet, men de bagerste elever, længst væk fra smartboardet har meget lidt lys at arbejde under, og til at holde sig koncentreret og fokuseret i.

Der bliver lavet målinger på forskellige pladser i klassen, den første plads er tæt på døren. Grunden til at denne plads bliver afprøvet, er fordi der er et vindue i døren hvor dagslys for lov at komme ind. Dette er med til at gøre denne plads til den mest attraktive, når smartboardet har behov for mørklægning. Målingen på denne plads ved helt mørklægning, når der samtidig sidder en person på pladsen, er 4,8 lux og 7,0 lux når der ikke sidder nogen. Med generelbelysningen tændt er der på denne plads målt 360 lux når der ikke sidder nogen, men 306 lux når en person sidder på pladsen, se figur 5.

Længere fremme i klassen bliver der målt 2,0 lux under mørklægning hvor en person sidder på pladsen, og 3,0 lux når der ikke sidder nogen. På den plads bliver der også målt på generelbelysningen med og uden en person sidder på pladsen. Der måles en forskel på 105 lux. Når der ikke sidder nogen måles der 280 lux på arbejdsfladen, men når der gør falder niveauet til 175 lux som er under det anbefalede, se figur 6. Det er tankevækkende at man bruger så meget strøm og lys på at lyse elevernes rykke og baghoveder op.



Figur 5: Viser hvor mørkt det faktisk er i klassen når der er mørklagt, samt at der er en lille forskel ved at sidde ved døren med vindue, samt ved at måle når der sidder en person på pladsen og når der ikke gør.



Figur 6: Vise at når der er mørklagt og generelbelysningen er tændt, så kommer personen på pladsen til at skygge for sig selv, så belysning niveauet går under det anbefalede.

- Klasselokale 45 "Stenalder lokalet"
- Generelbelysning
 - "Intet lys"
 - Målinger taget hvor en person sidder på pladsen

I denne klasse har de valgt en gruppeorienteret bordopstilling. Med to tommands borde sat sammen i hver 4 grupper fordelt på hele gulvet, og et par enkelte enmandsborde ud i kanten af lokalet.

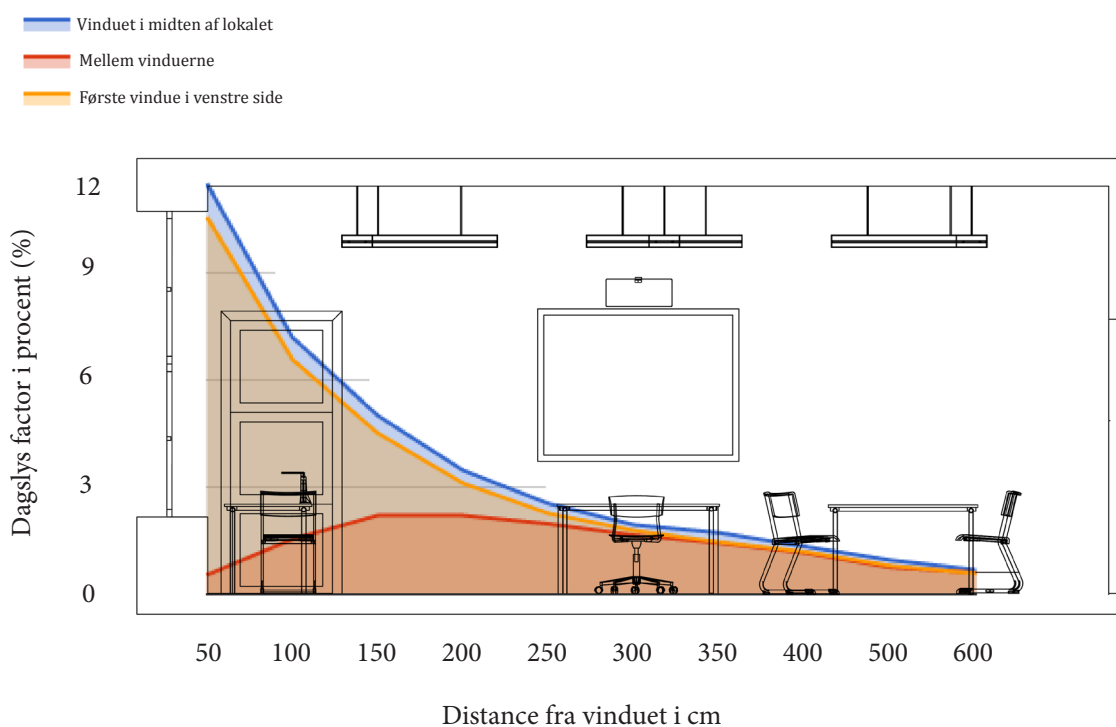
Lys fra lysstofrørene virker varmt, tangerende til en lille smule stikkende. Der er en forholdsvis jævn fordeling af den kunstige belysning som ligger på gennemsnitlig 310 lux på arbejdsfladen når der ikke sidder nogen ved bordene, se figur 7.

Det virker umiddelbart ikke blændende, men efter at have opholdt sig i lyset i godt to timer kan man begynde at mærke hvordan brynene rynker sammen for at skygge for lyset, så det ikke kommer for meget ind i øjnene.

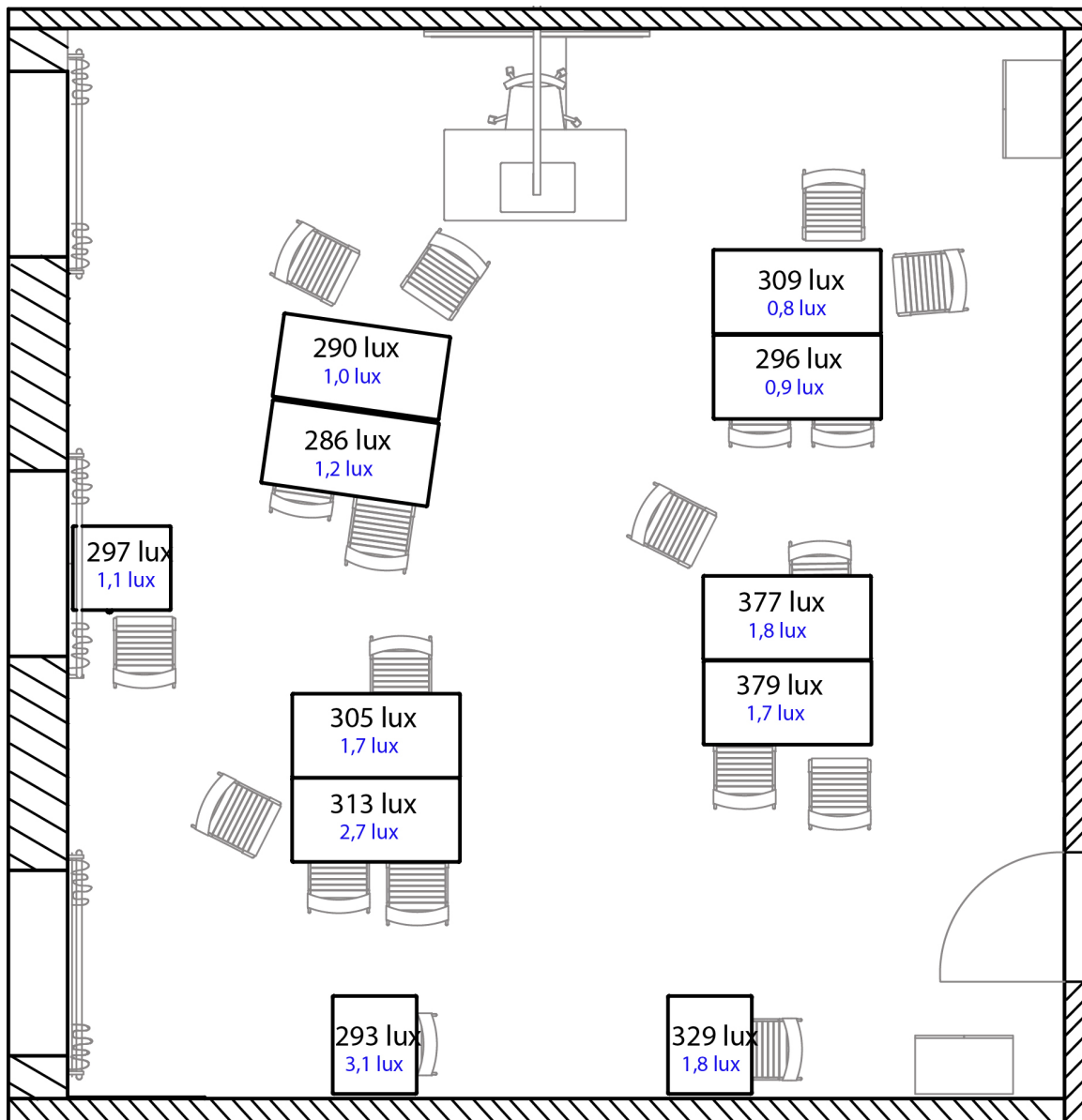
Loftet er højere i dette lokale, 3.75 m, fordi de andre to lokaler har fået installeret akustiklofter. Effekten af højden på loftet og belysningen der hænger ned fra loftet, skaber en mere dunkel og mørk stemningen i lokalet, da der ikke er meget lys der bliver kastet op i loftet.

Der kommer meget dagslys ind af de store vinduer, når gardinerne er trukket fra er der tæt på vinduet målet 1180 lux, tre meter inde i lokalet er niveauet faldet til 205 lux og seks meter inde som er tæt på bagvæggen af lokalet, bliver der målt 68,4 lux under dagslys målingerne. Se figur 8 og udregninger i bilag A.

Dagslys factor i klasselokale 45



Figur 8: Viser hvordan dagslys faktoren fordeles sig og gradvist falder jo længere ind i rummet man kommer. (Vinduerne er sydvendte).



Figur 7: Viser hvor mørkt det bliver når eleverne skal have undervisning med smartboard, samt hvor jævn generelbelysningen er.

Klasselokale 45 "Stenalder lokalet"

- Generelbelysning
- "Intet lys"

Målinger hvor ingen sidder på pladserne

”Lokalet uden styring”

I lokale 46 bliver lyset også målt og observeret fra forskellige pladser i lokalet. Dette lokale er indrette meget lig ”High tech lokalet”, med hestesko, som er symmetrisk placeret i rummet, hvor den bagerste række sidder med ryggen til vinduerne og skaber skygge ind over bordet. De to fløje kan få udbytte af dagslyset, så længe det ikke kommer ind som direkte stråler. I front er smartboardet placeret, hvilket gør at man bliver nødt til at trække alle gardiner for, når det er i brug, for at alle elever har mulighed for at følge med i hvad der sker på boardet.

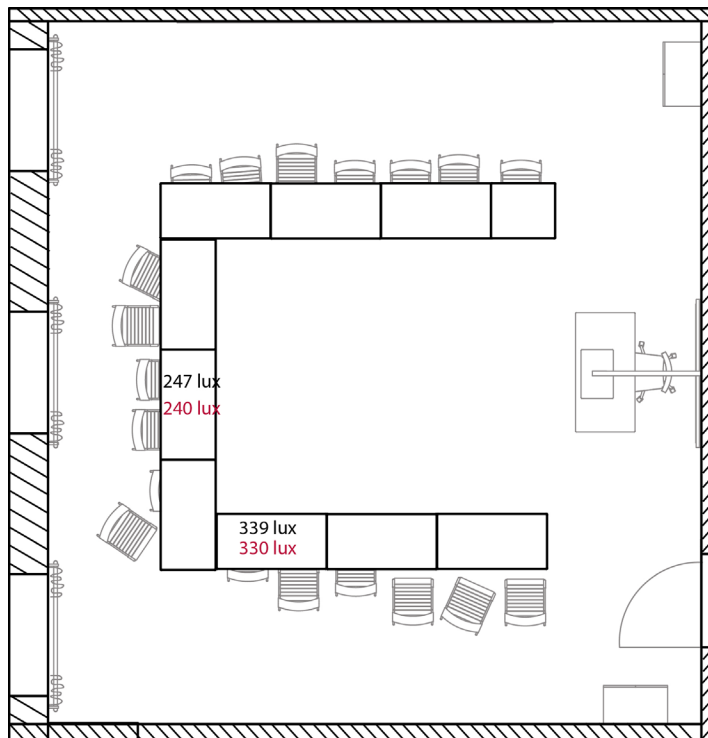
I dette lokale er der indbygget 9 lysrørsarmaturer med højfrekvente forkoblinger, med manuel styring i akustik loftet. Belysningen er virkelig skarp og ubehagelig når gardinerne er trukket for. Lyset er forholdsvis jævnt i dette lokale og her bliver målt den højeste gennemsnitlige belysningsstyrke på arbejdsfladen på 345 lux, se figur 11.

I dette lokale bliver der også taget nogle målinger med og uden person ved pladsen. På pladsen i midten af hestekoen bliver der målt 247 lux, det ændre sig ikke ved at der sætter sig én på pladsen, fordi lyset kommer forfra og ikke bag ved eleven. I venstre side af klassen måles der 339 lux uden en person sidder der og 330 lux med, hvilket heller ikke er den store forskel, se figur 9. Yderligere 2 kontrolpunkter bliver målt for at undersøge om det kan passe at der ikke bliver dannet skygge ved nogen af pladserne i klassen. Der bliver målt på lærerens kateter, her falder lux målingen med 124 lux på arbejdsfladen når der sidder en ved bordet og i højre side af klassen falder det med 121 lux, se figur 10.

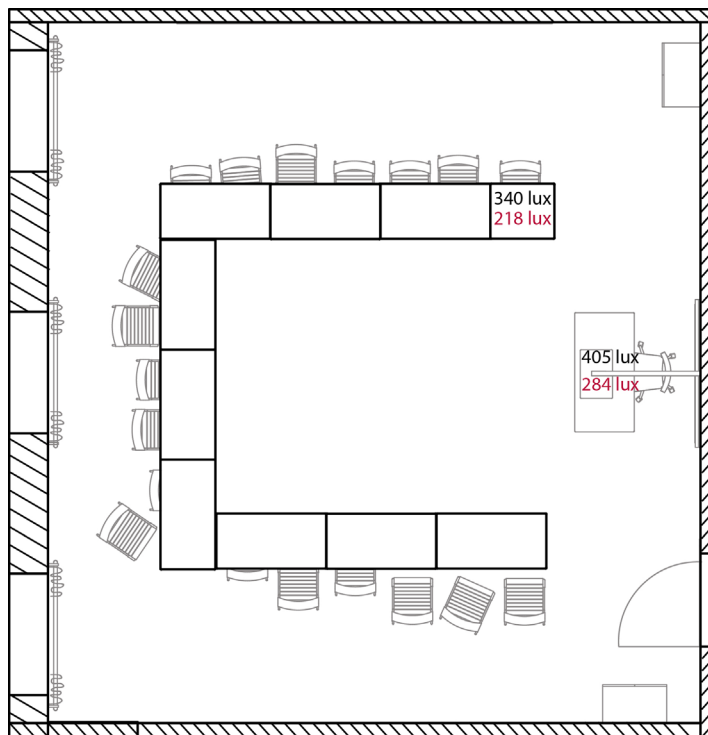
Lyskvaliteten uden støtte fra dagslys virker en smule grumset og koldere end i ”Stenalder lokalet”. Lyset virker trykkende ligesom det også gør inde i ”Stenalderlokalet”, og det virker som om lyset varmer lokalet op.

Da observationerne af de tre forskellige lokaler og deres forskellige belysningsfaciliteter er lavet over en kort tidsperiode, er lærernes erfaringer og oplevelser med de forskellige undervisningsmiljøer værd at tage med. Fordi de opholder sig i lokalerne hver dag og derfor har en mere dybdegående oplevelse af forskellene. Herudover har de over længere tid kunne mærke eventuelle forandringer og forskelle på at gå fra et almindeligt lokale til enden lokale 44 eller 46, som begge har undergået nogle forbedringer.

Under samtalen med Eva bliver hun derfor spurgt hvordan hun har oplevet det at gå



Figur 9: Viser at på grund af lysets retning, har det næsten igen betydning at eleverne sidder på disse pladser i klassen, det har ikke indflydelse på mængden af lys som rammer arbejdsfladen.



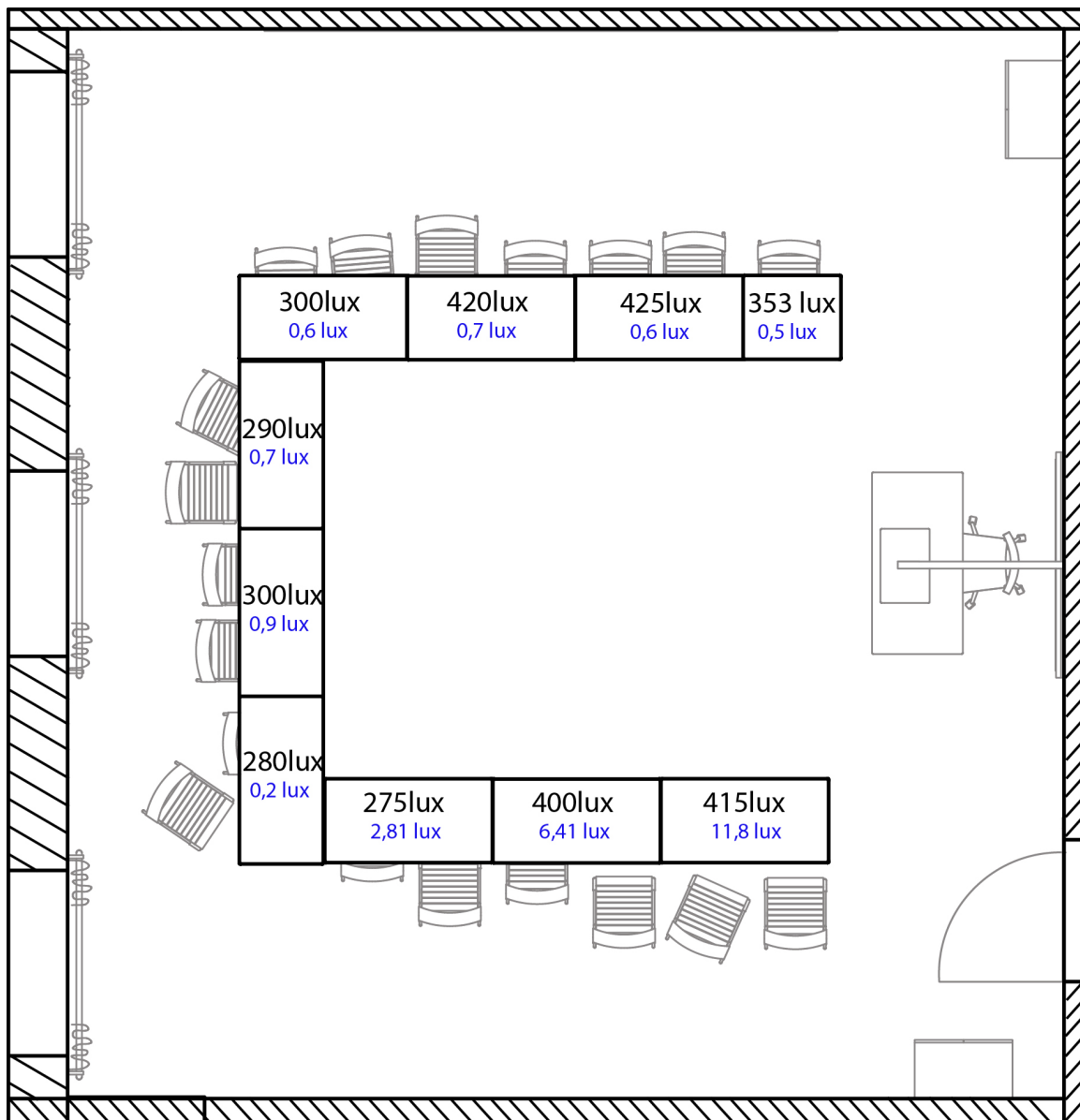
Figur 10: Viser at skiftes der plads til den anden side af lokalet, skygger eleven for lyset på arbejdsfladen, og på begge de målte pladser er det et fald på over 100 lux.

- Klasselokale 46 "Lokalet uden styring"
- Generelbelysning
- "Intet lys"
- Målinger taget hvor en person sidder på pladsen

fra et almindeligt lokale på skolen, til en af de to. Eva svarer omkring lokale 44: *"Det er 100 gange rare end de andre lokaler! Jeg føler mig ikke lige så træt når jeg underviser i det lokale, som jeg gør i de andre lokaler. Lokalet var meget bedre end jeg troede. Det er så behageligt at være i det lys."* (Egne noter) Hun bliver også spurgt om brugen af systemet, hvortil hun svarer: *"Jeg brugte lyssystemet meget, spottene når jeg brugte tavlen og smartboardet osv."* (Egne noter)

Ydermere bliver hun spurgt indtil om hun tror eleverne har været opmærksomme på at lyset er anderledes i lokale 44. Dertil svarer hun at, hun har snakket med eleverne om lyset. Hun har ytret sin begejstring for at undervise i lokalet, hvor meget hun har set frem til at komme op i det behagelige lys og miljø for at undervise dem. Hun fortæller at eleverne har givet hende ret, *"Det gør ikke så ondt...sagde de (eleverne)"*. (Egne noter)

Udover Evas kommentarer til lokale 44 er der ikke andre af de adspurgte lærere som kan bidrage med tanker og oplevelser til de tre undersøgte lokaler. De har ikke været opmærksom på at belysningen er anderledes i de 3 forskellige lokaler.



Figur 11: Viser at generelbelysning leverer mange lux til arbejdsfladen når målingerne bliver fortaget hvor ingen sidder på pladserne.

Klasselokale 46 "Lokalet uden styring"

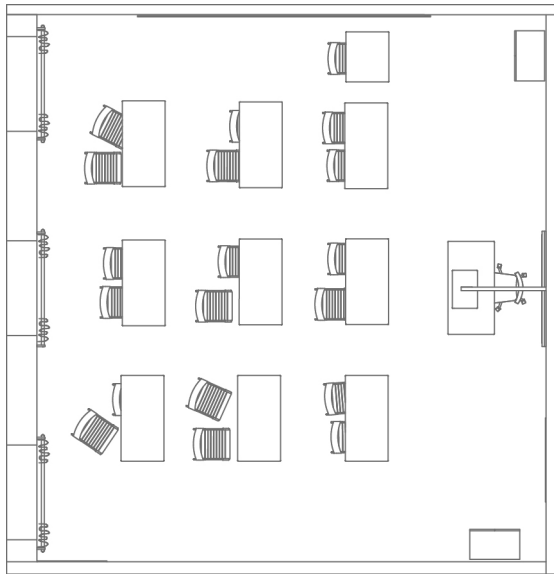
- Generelbelysning
- "Intet lys"

Målinger hvor ingen sidder på pladserne

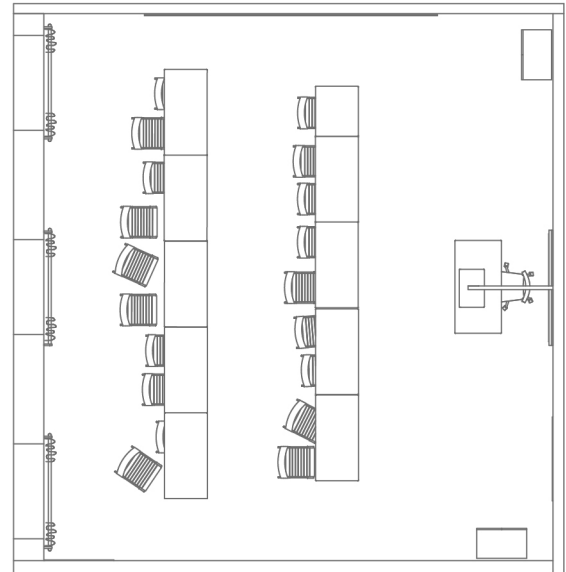
Bordformationer

Et andet område som også har fået en mere central plads efter besøget på Grøndalsvængets Skole er fokuset på forskellige bordopstillinger. Som følge af observationerne skaber dette område mere opmærksomhed omkring sig selv, end først vurderet. Bordenes placering kan have stor betydning for om lampen kan stå distancen, og passe til forskellige læringsmiljøer. Det bliver observeret at eleverne sidder i hestesko i to af klasserne og i grupper, af to dobbelt borde imod hinanden i det sidste lokale. Forventningen til bordopstilling var, at se bordene stå i rækker, så læren har mulighed for at gå imellem bordene fra alle sider og hjælpe eleverne. Dette er derfor et væsentligt emne, da lampen på en eller anden måde skal fæstes til eller på bordet. I den forbindelse har det meget at sige, om eleverne sidder i hestesko, i åbne eller lukkede rækker eller i grupper, for alt efter hvilken af de nævnte der er valgt, stiller dette en udfordring til lampen og dens fleksibilitet: Des flere borde der støder sammen, des færre kanter er der at sætte lampen fast på. I en hestesko står de fleste borde tilbage med frontkanten på bordet til at fæstne lampen på, dette gør at lampen potentielt kan være med til at dække for udsyn til tavlen eller læren. Ydermere skal lampen kunne placeres på bordet alt efter om eleven er højre eller venstrehåndet, således at eleven ikke skygger for sig selv.

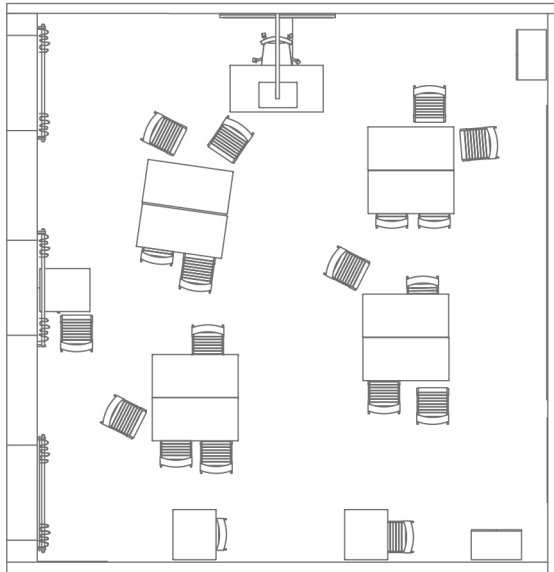
Forskellige bordformationer observerede, se figur 12:



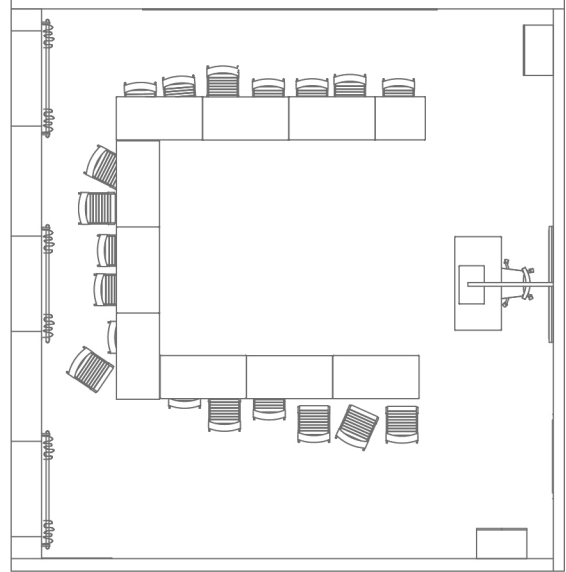
1



2



3



4

Figur 12: Viser forskellige observerede bordformationer, hesteskoen er den mest udfordrende. Så kan lampen fungere til denne formation, vil den også kunne fungere til de andre.

Delkonklusion

Konklusionen efter besøget på Grøndalsvængets Skole og i deres "forsøgslokaler" er at i alle tre lokaler er der benyttet de danske standarders anbefaling for hvor meget lys der skal være pr. kvadratmeter, det vil sige 200 lux. "High tech lokalet" og "Lokalet uden styring" nærmer sig teknisk set nogle steder i klasserne den anbefalede værdi på 500 lux på arbejdsfladen, ved at måle denne uden personer siddende ved bordene.

Ses målingerne fra et menneskeligt perspektiv er belysningen ikke tilstrækkelig i nogen af de tre lokaler, der er flere arbejdspladser i de tre klasselokaler som er enden dissideret ubehagelige at sidde på eller utrolig sløvende. Alle tre klasselokaler vurderes til at være rarest at opholde sig i når belysningen primært består af dagslys eller er en kombination af dagslys og kunstig belysning. Når dagslyset og grundbelysningen udlukkes, grundet brug af smartboardet opstår der seriøse problemer med mangel på lys til at koncentrere sig under i både "Lokalet uden styring" og "Stenalder lokalet". Det modsatte problem er gældende i "High tech lokalet" hvor det ikke er muligt at udelukke dagslyset, hvilket gør det utroligt svært at få et klart billed på smartboardet og her bliver der lagt en masse kræfter og energi i at få øjnene til at fokusere og stille skarpt på et meget utydeligt billed.

I både "Stenalderlokalet" og "Lokalet uden styring" ville noget retningsbestemt lys have gjort meget, så der for eksempel havde været lys på tavlerne. Der er ikke noget lys der guider og hjælper børnene med hvor der skal fokusere hen. Det er lige før at med den belysning der er tilstede at den guider fokus mere imod loftet end der hvor undervisningen forgår. Hvilket er meget uhensigtsmæssigt.

Bordlamperne som har været en del af "High tech lokalet" er ikke eksisterende mere. Integrationen af lamperne i klassen er ikke blevet gennemtænkt godt nok, og dette har medført at flere lamper er blevet ødelagt og i sidste ende er alle blevet taget ned. Der er ikke blevet installeret nye lamper i klassen grundet problemerne med de første lampe.

For at en ny bordlampe kan blive designet og komme til at fungere i læringsmiljøet i folkeskolen, skal der tages højde for konteksten og de problematikker de har. Efter besøget er listen som følgende:

- Den tekniske logistik med ledninger og stikkontakter er problematisk
- Pærerne i lamperne bliver stjålet
- Klemmesystemet som monterede lamperne på bordene gik i stykker
- Lampeskærmene/lamperne må ikke forstyrre øjenkontakten og være distraher-

ende

- Lampen skal være robust/hårdfør
- Lampen skal være intuitiv at bruge
- Lampen skal give mulighed for at skabe godt lys for alle i klassen
- Høj CRI er vigtigt når dagslyset bliver ekskluderet
- Lampen skal være fleksibel og skabe muligheder
- Lampen skal være med til at skabe omgivelser der passe til læringsmiljøet
- Forskellige bordformationer kan skabe udfordringer
- Forskellige læringsituationer kræver forskellige belysningssituationer

Det kan konkluderes efter besøget på Grøndalsvænget Skole at bordlamperne har haft en god effekt på lysmiljøet i klassen og har været med til at understøtte undervisningen, specielt når smartboardet har været i brug. Uden bordlamperne er der perioder af elevernes undervisningstid hvor kompromiset er at eleverne sidder i mørke og bliver undervist på smartboardet. Det er svært at holde sig vågen i mørke, samt svært at skrive noter.

Ydermere er der forskel på lyset i klassen og her vil en bordlampe være med til at skabe lige godt lys for alle elever, lige meget hvor i klassen de sidder henne.

De individuelle bordlamper kan være med til mere end at skabe lys for den enkelte elev, den kan også være med til at skabe et rum i rummet. En lille lys oase, som er elevens eget, usynlige vægge som omkranser eleven og skaber en privat sfære.

Lys og læring

Afsnittet lys og læring vil indeholde en forklaring på hvad et læringsmiljø er, og hvilke krav der bliver stillet til læringsmiljøet i dag sammenlignet med før i tiden. Herefter vil afsnittet komme ind på hvilken betydning lyset har på børns udvikling og indlæring, og hvilken slags belysning der skal til for at understøtte udviklingen af synssansen hos børn og unge. Dette emne er afgørende for at kunne designe en belysning der kan være med til at skabe bedre forhold og forudsætninger for elever at lære i. Til sidste vil dette afsnit komme ind på hvilket lys der anbefales er tilstede i læringsmiljøer som folkeskoler, og herudover inddrages yderligere viden omkring nye mulige lystiltag. Det samlede afsnit skal være med til at skabe en fælles referenceramme, således at en fleksibel arbejdslampe til folkeskoleelever kan designes med afsæt i det indsamlet materiale.

Læringsmiljøets udvikling

Et læringsmiljø forstås her som alle de steder hvor der forgår læring/undervisning på et givent stadie i livet. Det vil sige fra institutioner såsom, børnehaver og vuggestuer, til skoler, universiteter, højskoler, aftenskoler mm. I denne rapport vil der kun være fokus på det læringsmiljø der findes i folkeskolen.

Vi opholder os mere indenfor end ude, det er derfor vigtigt med gode omgivelser som understøtter og skaber det bedste miljø for læring.

Der er sket en stor udvikling de sidste 20 til 30 år inden for hele undervisningsmiljøet og dette er med til at stille nye krav og rammer til det fysiske miljø og omgivelserne. Udviklingen har ændret sig fra at være et mere "mekanisk" undervisningsmiljø hvor logikken var, at alle elever er ens og skal undervises på samme måde, for at kunne det samme. "[...] vi har bevæget os fra et industrisamfund over i et informationssamfund." (Kristensen et. al, 2004, s. 13) Dengang blev der ikke taget højde for, at alle er forskellige individer med forskellige intelligenser, som derfor lærer bedst på forskellige måder med forskellige tilgange. Det er et område der er kommet meget mere fokus på i dag. Denne nye viden forsøges at blive implementeret i undervisningen, til fordel for den enkelte elev, for at give alle den bedste forudsætning for at kunne lære og udvikle sine kompetencer.

Ifølge Statens Byggeforskningsinstitut er folkeskolen: "[...]blevet mere individcenteret. Der lægges op til, at der opstilles handlingsplaner for det enkelte barn, og det medfører behov for flere forskellige måder at organisere undervisningen på." (Kristensen et. al, 2004, s. 14)

For at denne forskelligartede undervisning kan finde sted, kræver dette fysiske faciliteter som kan understøtte de mange nye undervisningssituationer. Men på trods af den store udvikling folkeskolen har undergået, har de fysiske rammer ikke fulgt med. "I de fleste kommuner er der gået 20-30 år uden egentligt skolebyggeri, og mange af de eksisterende skoler er i dag så nedslidte, at de langt fra kan leve op til de krav, der stilles til skolens pædagogiske virksomhed." (Kristensen et. al, 2004, s. 5)

Da skolerne ikke har fået ekstra plads og nye rammer at arbejde indenfor, på trods af de nye undervisningssituationer, kræver dette derfor mere af lokalet og de løsninger der bliver valgt til at understøtte læringen. Har de eksisterende omgivelser været utilstrækkelige, er resultatet af læringen sandsynligvis blevet derefter.

Inden for de sidste par år er der kommet gang i hjulene og der er kommet fokus på at få renoveret og bygget nye skoler, som kan leve op til den nye skolereform og danne gode rammer, som ikke står i vejen for en kreativ og fleksibel undervisning. Byens Ejendomme skriver i et program fra 2015, hvor der bliver holdt en dag med oplæg fra eksperter om skoler og renoveringer. Der skal skabes rammer; "[...]hvor

nye undervisningsformer med åbne læringsmiljøer, tværfaglighed, fleksibilitet og it-anvendelse er kommet frem til afløsning- eller som supplement til den traditionelle undervisningsform.” (Byens, 2015) (Bosch, 2016)

‘Schools for the Future: Design Proposals from Architectural Psychology’ beskriver blandt andet hvordan fremtidens skole skal være aktiverende i form af lokaler som byder på et mere workshop lignende format og hvor eleverne opmuntres til at være mere undersøgende. Endvidere opfordrer de til omgivelser der stimulerer elevernes sanser til igennem leg med materialet at skabe erfaringer og oplevelser. Herudover skal skolen og området være et sted hvor eleverne har lyst til at blive, når de er færdig med skolen, for at hænge ud med vennerne, samt give dem plads til at slappe af og hygge sig. (Walden, 2015, s. 89 til 100) De går så langt som til at sige at skolen skal have en hjemlig fornemmelse, fordi det er vigtigt, eller nærmere - tæt på alt afgørende at eleverne føler sig godt tilpas, for at de succesfuldt kan lære det de skal. Derfor opmuntrer de også til at man inddrager elever, lærer og forældre i udviklingen af det læringsmiljø der passer til dem og de visioner der er til undervisningen. (Walden, 2015, s2 og s.15)

Denne konklusion bliver der bl.a. også draget efter et stort forsøg fortaget på tværs af seks Europæiske lande, med Finland som initiativtager. *“In order for a school to develop into a dynamic physical learning environment, there needs to be a behavioral change in relation to planning and producing spatial solutions. Change cannot occur without input from teachers and students – the main school users.”* (Kuuskorpi og González, 2011, s.5)

Formålet med forsøget har været at definere fremtidens fysiske undervisningsmiljø samt skolefaciliteter der kan understøtte brugerne. Dette forsøg har forgået over en treårig periode, hvor der er blevet fortaget mange interviews med lærere, ledere og eksperter. En stor gruppe elever fra alle seks lande, har fået til opgave at give et forslag til, hvordan et undervisningsmiljø skal indrettes for at facilitere den varierede undervisningsform. Konklusionen på forsøget er at elever og lærere ønsker mulighed for at kunne lave en meget afvekslende undervisning, hvilket kræver både store og små rum, der kan imødekomme både et sving i store og små grupper, helt ned til individuel undervisning. I forhold til møbleringen af disse rum er der et ønske om modulære arbejdsstationer som kan tilpasses forskellige situationer, endvidere ønskes der også et område med komfortable møbler.

De ovennævnte observationer af undersøgelser og tanker om fremtidens skole, går hånd i hånd med den danske skolereforms oplæg til at danske elever skal være længere tid på skolen. Derfor giver det god mening at skabe faciliteter der kan være med til at give elever og lærere en varierende hverdag som motiverer og gør undervisningen til en leg. Ydermere med en forventning til at elever og lærere skal opholde sig længere tid på skolen, kan visioner om en mere hjemlig stemning skabe god basis for dette. *"Uddannelsesmiljøet skal være varieret og let at forandre. For at stimulere og vække nysgerrigheden, for at kunne tilpasses til faget, pædagogikken og de enkelte elevers behov og for at være en dejlig arbejdsplads."* (EFG, 2016)

Et eksempel på sådan et miljø bliver beskrevet i en rapport udarbejdet af AAU om læringsmiljø i fremtidens naturfagslokaler. Her understøttes teorien om at lærere og elever har brug for et arbejdsmiljø, hvor der er mulighed for at indrette lokalet efter skiftende emner og projekter. Det giver en lethed og åbenhed til undervisningen, herudover giver det eleverne en mulighed for medbestemmelse, som gør at eleverne føler sig mere inddraget i undervisningen. Ydermere skaber det en frihed for eleverne til at få succes med forskellige små projekter selv.

Følgende må være succeskriteriet for fremtidens gode læringsmiljøer: at engagere elever til at blive interesseret i undervisningen og få dem til at føle sig inkluderet og at de kan bidrage og udvikle projekter på egen hånd, med egne ideer og holdninger til hvordan processen skal være. (Otrell-Cass et. al., 2015)

Men udover at ord som fleksibilitet, åbne vidder og mulighed for kreative udfoldelser er et ønske til fremtidens læringsmiljøer, er dette ikke det eneste som skal til for at skabe gode rammer. Der kræves også en forståelse for en række forskellige parametre som alle har indflydelse på hinanden og i fællesskab understøtter det gode læringsmiljø. Af disse parametre skal næves indeklima, som indbefatter luftkvalitet, temperatur, støj, lys og fugt mm. Alle disse er væsentlige faktorer der skal tages med i overvejelserne når der skal skabes de bedste rammer og omgivelser for at lære i. Men da lys er fokuset i denne opgave er dette faktorer jeg ikke vil komme nærmere ind på, men her blot gøre opmærksom på, at det ene element ikke fungerer uden de andre og at lyset ikke kan fungere som et vidundermiddel. *"En række undersøgelser har dokumenteret, at et forringet indeklima i kontorer og skoler har en negativ indflydelse på kontorarbejde hos voksne og skolearbejde hos børn. Typisk effekter er en 5-10 % nedsat præsentation."* (DS 3033, 2011, s. 23)

Lysets fysiske påvirkning

Der er blevet redegjort for hvad et læringsmiljø er og hvad det skal kunne for at stå mål med de krav der bliver stillet til undervisningen i dag og på længere sigt.

Det næste afsnit vil komme ind på hvilken betydning lyset har på børns udvikling af synssansen og indlæring.

Fordi lyset har en betydning for børns udvikling af synet. Børn udvikler deres syn fra de bliver født og indtil de er omkring 16 år gammel. Dette stiller derfor væsentlige krav til det lys der er omkring børnene i denne periode.

I Danmark kan man starte i børnehaveklasse helt ned til 5 års alderen, hvilket de fleste er det første halve år. (Behrens, 2010)

SBI-rapporten 'Lyset i skolen' redegør for hvordan synet udvikler sig hos børn i 0-7, 7-12 og 12-16 års alderen. I 0-7 års alderen udvikler børn deres farvesyn som udvikles og justeres gennem hele deres opvækst. For at understøtte denne udvikling kræves der et lys som er godt til at gengive farver og skabe kontraster, for at udviklingen af dette ikke forsinkes. Det er også i denne aldersperiode er børn udvikler et samspil imellem synssansen og bevægelse. At styrke børns koordineringssans kræver tilstrækkeligt med lys. Ydermere er det vigtigt at skabe varierede lysmiljøer, som hjælper børn med at udvikle deres konstans-forståelse, hvilket betyder, at de får en forståelse af, at et objekt er det samme, selvom lysmængden omkring det ændrer sig.

I 7-12 års alderen, udvikles og trænes dybdesynet. Denne aldersgruppe skal også lære at opfatte sammenhængen mellem visuel og verbal kommunikation, det kan bl.a. være forståelsen af lærerens ord og ansigtsmimik. Hvis lyset er for indirekte er det med til at udviske og sløre trækkende i ansigtet og hermed gøre dem svære at fortolke for barnet.

Både udviklingen af dybdesynet og af den visuelle og verbale kommunikation kræver en belysning som har gode modulerende egenskaber, for ikke at hæmme barnets synsudvikling og indlæring.

Børns syn udvikles i faser og det er derfor lysomgivelserne der bestemmer hvornår næste fase kan indtræde. I 12-16 års alderen er den abstrakte tanke udviklet og den unge vil derfor automatisk analysere lysmiljøet, og dermed få informationer om omgivelserne som vedkommende befinder sig i.

Som nævnt tidligere er tiden vi opholder os inden døre meget længere end den tid der bruges på at være ude, dette er derfor med til at stille høje krav til den kunstige belysning vi opholder os i. Det er derfor vigtigt at skabe et varierende lys som ikke blænder eller bliver for diffust og monotont. (Kristensen et. al, 2004, s. 16-18)

I den 10-årige periode hvor eleverne går i folkeskole har den valgte belysning således forskellig indvirkning på eleven. Lyset kan være med til at understøtte, stoppe eller forsinke forskellige udviklinger, samt medvirke til at skabe eller hæmme forståelige kommunikations og informationsmiljøer. Samspil mellem lærer, elev og rum skal støtte op om undervisningen og være med til at skabe forståelse og viden.

Den belysning vi kender i dag fra folkeskolen er en generelbelysning som kommer fra lofts armatur og skaber et jævnt diffust lys i hele lokalet, et lys som ikke er særlig varierende, men mere monotomt.

På Indeklimaportalen, som er et forum for arbejdsmiljø rådgivning indenfor undervisning og forskning, social og sundhed samt finans/offentlige kontor og administration, beskrives der på baggrund af undersøgelser foretaget af Fagerhult og Lund Universitet at, *"Indirekte lys er bedre end direkte lys, fordi øjenpupillerne holder sig åbne og lukker mere af lyset ind."* (Råd og regler, 2015)

Ydermere konkluderes det at eleverne bliver mere "vaks og i bedre humør", da lysforholdene i lokalet blev ændret til mere indirekte lys. Fagerhult anbefaler, at 50 til 60 pct. af lyset kommer fra indirekte lys. (Råd og regler, 2015)

Hvis lærere og elever opholder sig i et dårligt belysningsmiljø kan dette være med til at påvirke begge i en dårlig retning. *"Der forskes meget i belysningens påvirkning af menneskers velbefindende, og nogle af årsagerne til hovedpine, stress og andet ubehag i en arbejdssituation kan skyldes blænding og flimrende lysrør."* (Kristensen et. al, 2004, s. 16-18, s. 53)

"Lys er vigtig for syn og koncentration og det påvirker vår biologiske klokke med betydning for aktivitet, sosial deltakelse, helse og trivsel." (Fostervold et. al., 2015, s.9)

"Det er etter hvert mange vitenskapelige studier som peker mot en sammenheng mellom god belysning og læring, både i forhold til prestasjoner i teoretisk og praktisk opplæring." (Fostervold et. al., 2015, s.9)

Der er således mange faktorer som peger på at lyset har en meget stor påvirkning på menneskers liv, både på børn, unge og ældre, det omhandler både lys i form af den naturlige belysning, som vi kalder vores dagslys, men også den kunstige belysning, i form af elektrisk lys som vi opholder os i meget af tiden indendørs.

Meget tyder på at den belysning som eleverne er blevet undervist i de seneste mange år ikke har været tilstrækkelig. Det har nærmere været en modspiller i kampen om elevernes og lærernes koncentration, udholdenhed og fokus. Med en stigende

vidensudvikling indenfor området, samt interessen for at skabe en af verdens bedste undervisnings og læringssystemer hvor elevernes kundskaber og potentialer kan blive udviklet til fulde, må fokus på belysningen have en central plads så denne ændres fra modspiller til medspiller.

For med gode og rigtige lysscenarier til mangfoldige opgaver og aktiviteter kan læringsmiljøet understøtte fokus, koncentration og være med til at skabe bedre læring. Som der bliver beskrevet i 'Lys i læringsmiljø' - *"Vi må oppfatte og forstå informasjonen riktig for å kunne bruke den på en fornuftig måte. (...) hovedfunksjonen til ethvert belysningssystem er derfor å gi brukerne riktig lys for å kunne utføre relevante synsoppgaver uten særlig anstrengelse."* (Fostervold et. al., 2015, s.9)

Dette leder som nævnt ovenfor videre til, at alle mennesker er unikke og derfor lærer på talrige måder. Dette betyder at vi har mange forskellige præferencer for hvilket lys vi koncentrerer og fokuserer os bedst i og føler det mest komfortabelt at lære i. Som det beskrives i 'California journal of science education – What we know about how people learn', *"Every person has a learning style—it's as individual as a signature. Knowing students' learning styles, we can organize classrooms to respond to their individual needs for quiet or sound, bright or soft illumination, warm or cool room temperatures, seating arrangements, mobility, or grouping preferences. We can recognize the patterns in which people tend to concentrate best—alone, with others, with certain types of teachers, or in a combination thereof."* (Dunn, Beaudry, Klavas, 2002, s. 75)

I artiklen fra 1985 - 'Light up Their Lives: A Review of Research on the Effects of Lighting on Children's Achievement and Behavior', skrevet af Rita Dunn, Jeffrey S. Krimsky, John B. Murray, Peter J. Quinn, gennemgår forfatterne mange forskellige videnskabelige undersøgelser der omhandler børn og unges præstationer i forhold til præferencer for høj eller lav lysintensitet. De konkluderer, at skabelsen af det lysmiljø, der passer til den enkelte, vil være med til at understøtte en bedre præstation. *"Given two persons who are relatively similar in every way and relatively equal in learning potential and seeing potential, the one who can see more comfortably will read and write more quickly and accurately and with less possible eye fatigue than the one who is trying to perform exactly the same task under less than adequate seeing conditions."* (Dunn, Krimsky, Murray, Quinn, 1985, s.5)

Flere undersøgelser viser altså at et belysningssystem, der kan være med til at skabe mulighed for individualiserende indstillinger som tilpasses den enkelte, vil skabe det bedste læringsmiljø og de bedste forudsætninger for den enkelte.

Men hvilke krav og anbefalinger stilles der til belysningen i folkeskolen? Tager disse anbefalinger højde for børns udvikling og trivsel? Kan man i den danske folkeskole, med så mange elever der strømmer igennem systemet, tage højde for at ikke alle elever er ens og derfor har forskellige behov som skal understøttes for at kunne udvikle deres potentialer?

De danske anbefalinger

- til lyset i folkeskolen

Det følgende afsnit fokuserer på de retningslinjer og anbefalinger der findes for belysning i klasselokalet i folkeskolen både for dagslysindfald og kunstig belysning. Anbefalinger til belysning i edb-rum, spisesal/kantine og biblioteksrum vil også blive taget med. Begrundelsen for dette er at edb-rummet som koncept allerede er ved at uddø på skolerne, funktionen af dette rum er derfor ændret til at være en del af den almene undervisningsform. I dag har hver elev en bærbar pc eller de står til rådighed i form af et elektroniskskab på hjul med indbygget strømforsyning, der kan køres ind i timen når der er brug for det. Så da edb-lokalet er flyttet ind i det almindelige klasselokale bliver kravene til belysningen i edb-lokalet undersøgt, for at tage disse med ind i overvejelserne når en "ny belysningsform" i form af en bordlampe skal udvikles.

Anbefalinger for kantiner vil blive diskuteret og undersøgt med antagelse i at eleverne måske køber mad i kantinen, men at mange af dem spiser i klassen. Interessen for belysningen i kantiner går på, vigtigheden af at børn synes deres mad ser lækkert ud, for at de har lyst til at spise den. Og det er vigtigt at de spiser mad, for at de har nok energi til en hel skole dag. Hvilket kræver en belysning som er god til at farvegengive maden ordentligt, så den ser indbydende ud.

Til sidst bliver der også set nærmere på anbefalingerne for biblioteksrum, fordi der bliver læst lige så meget i klasselokalet som der gør på skolebiblioteket. Derfor må anbefalingerne for lyset til at læse i på biblioteket stemme overens med det i klasselokalet.

Det forventes at i løbet af år 2016 vil DS 700 - 'kunstig belysning i arbejdslokaler' udgå, til fordel for DS/EN 12464-1 Lys og belysning – 'lys ved arbejdspladser' som begge bruges som anvisninger i forhold til skoler. For at forholde sig til dette, benyttes der til denne opgave derfor kun anvisninger der står skrevet i DS/EN 12464-1. Men for at vise en udvikling kan der forekomme sammenligninger imellem de to. I DS/EN 12464-1 anbefales det at have en generel belysning i et almindeligt klasse-lokale på 300 lux med en Ra-værdi på 80 og med mulighed for at kontrollere lyset. (DS/EN 12464-1, 2011, s. 39) Herudover anbefales det at tage højde for rummets dominerende materialeoverflader, da sammenhængen imellem belysningsstyrken og rummets overflader har indflydelse på hvordan rummets belysning opfattes. De angivne 300 lux refererer både til den generelle belysning i lokalet og til arbejdsfladen den enkelte elev har at arbejde på. Der tilføjes at belysningen på arbejdsfladen skal højnes hvis der arbejdes med mere krævende opgaver, såsom arbejde med meget små detaljer eller andre opgaver, som kræver længere perioder af koncentration. Herudover er balancen imellem en kontrastfyldt og monoton belysning vigtig så det hverken bliver en blændende eller for kedelig belysning. Ved at specificere aktiviteterne i lokalet, kan anvisningerne bruges til at uddybe belysningen for disse. For eksempel står der i anvisningen at den generelle belysning skal give 500 lux, hvis der laves workshops i lokalet eller hvis lokalerne bruges som aftenskole uden for skolens almindelige undervisningstid. Ved arbejdsstationer der har en skærm skal der være tilstrækkeligt med lys til både at kunne læse på skærmen, skrive og læse på et papir samt bruge et tastatur. I anbefalingerne for kontorer er der angivet 500 lux, men tages der højde for anvisningen for edb-lokaler på skoler anbefales der 300 lux. På både offentlige biblioteker og skolebiblioteket er der krav om at der i læseområde er 500 lux. (DS/EN 12464-1, 2011) I kravene for kantiner er det her væsentligt at se på den angivne Ra-værdi og ikke så meget de angivne lux, da det her er kvaliteten af lysets farvegengivelse, der er af interesse. DS/EN 12464-1 angiver Ra til at være 80, hvor den gamle DS 700 angav Ra 90. (DS 700, 2005)

"Dagslyset får rum og ting til at ændre karakter i løbet af dagen, og lyset skaber forbindelse mellem ude og inde og afslører, om det er sol eller regn, dag eller nat." (Kristensen et. al, 2004, s. 25)

'Dagslys i rum og bygninger' beskriver de anbefalinger der er til dagslys i skolen. Det anbefales at det naturlige lys, som dagslyset er, skal dække så stor en del af behovet

for lys i skolen som muligt. Det vil sige at hvis der er nok lys udenfor, til at dække de aktiviteter der foregår indenfor i klassen, så skal den kunstige belysningen først anvendes, når dagslyset bliver utilstrækkeligt.

For "arbejdsrum" anbefales det, at rummet kan anses for tilstrækkelig belyst når der kan måles eller beregnes en dagslysfaktor på 2% ved arbejdspladserne.

Alternativt kan belysningen også måles på denne måde: Hvis rudearealet udgør 10% af gulvarealet må arbejdsrummet være tilstrækkelig belyst med dagslys.

Ved ophold i rum med mulighed for dagslysendfald skal der tages højde for overophedning og gives mulighed for at styre direkte stråling fra solen, da indfaldet ellers kan skabe gener.

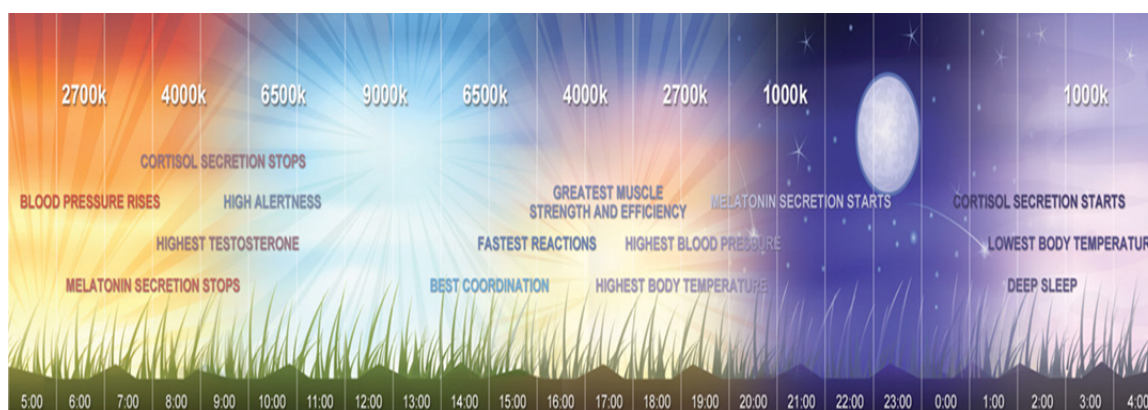
Dagslys er med til at skabe velvære, tilfredshed og en bedre ydeevne. Dagslyset indeholder alle spekterets farver og gengiver derfor alle farver naturligt. Derfor er det vigtigt at supplere de arbejdspladser hvor dagslyset ikke rammer, med en belysning der har samme gode egenskaber for at kunne skabe så optimalt et miljø for alle i klassen som muligt.

Det naturlige lys giver en god blanding imellem diffus og direkte belysning, og den skiftende variation imellem de to, er med til at forandre omgivelsernes udseende lidt hele tiden igennem hele dagen. Dette gør at der bliver skabt et miljø der er interessant at opholde sig i, og samtidig er med til at gengive verden som den ser ud, forstået på den måde at dette varierende lys er med til at vise hvordan objekter "ændre udseende", men stadig er det samme objekt. *"Skygger optræder, hvor lys og materialer mødes, derfor er skygger et af hovedelementerne i det visuelle miljø og bestemmende for vores perceptionen af rum, objekt og tekstur."* (Kristensen et. al, 2004, s. 25)

Menneskecentreret belysning

Måden dagslyset omtales på i de forskellige anvisninger for bygninger og ophold, yder ikke retfærdighed til dagslysets livsnødvendige egenskaber som hvert individ har behov for. Dagslyset beskrives i procenter, faktorer og parametre af minimumsværdier. Derfor kan anvisningerne hurtigt blive tolkes som et udtryk for den minimums-mængde dagslys, som individet har behov for.

Men i virkeligheden har mennesket igennem evolution tilpasset sig dagslyset og ikke omvendt, som i dag hvor man prøver at få dagslyset til at tilpasse sig mennesket. Dagslyset er nøglen til hele menneskets indre system, da kroppens indre ur bruger dagslyset til at indstille hvornår den skal være vågen og hvornår den skal sove. *"We use light to know when to release hormones that signal to our brain telling us when to wake up or go to sleep. This is our circadian rhythm".* (Lighting, 2015)



Figur 13: Viser et diagram over solens og menneskets døgnrytme og hvordan mennesket er påvirket af naturens rytme. (Lighting, 2015)

Figur 13 er et diagram som viser et døgn, hvor solens og menneskets rytme er i symbiose. Diagrammet viser hvordan dagens lys og fraværet af det, fordeler sig i løbet af et døgn, samt dagens skiftende farver i forhold til tid og bevægelse, og hvordan alt dette påvirker den menneskelige cyklus kaldet den cirkadiske rytme.

Diagrammet er en on-going cyklus som starter forfra hverdag. Hvis diagrammet læses fra venstre mod højre, starter det ved tidlig morgen, hvor det beskriver at i samspil med solopgangens varme beroligende farvetemperaturer, begynder menneskets blodtryk at stige.

Tidligere på morgenen (i højre side af diagrammet) i takt med morgensolens begyndende opstigning, hvor de kolde farvetemperaturer blandes med de varme, signalere

denne overgang til kroppen, at den skal begynde at forberede sig på at vågne op til dagens forløb. *"During this time our body releases cortisol and adrenalin to get our bodies going and serotonin to help our brain wake up."* (Lighting, 2015)

Frem til midt på dagen falder cortisol niveauet, imens adrenalin og serotonin stiger i takt med at solen stiger og bliver stærkere, gøres kroppen klar til aktivitet.

Fra middag og frem til slut på eftermiddagen er energiniveauet højt, god reaktions evner og højt blodtryk osv. Fordi lyset midt på dagen giver en høj mængde af blått lys, mellem 9000 og 6500 kelvin, er dette med til at aktivere og understøtte præstation og koncentration.

I takt med at det begynder at blive aften falder menneskets energiniveau synkront med solen og lysets intensitet. Kroppen ændre serotonin til melatonin. *"As melatonin levels gradually increase we start to tire as our body prepares for sleep."* (Lighting, 2015) Ved daggry starter det hele forfra, døgnets og menneskets rytme kan begynde igen.

I tillæg til symbiosen imellem døgnnet og menneskets rytme, har dagslyset som nævnt tidligere et skiftende udtryk der er med til at skabe et interessant lys udenfor og derfor er eftertragtet indenfor.

"Dagslyset medfører variation og stimulation via dynamik i kvantitet, spektralfordeling og retning fra sekund til sekund og over måneder. Dette er den væsentligste forskel mellem dagslyset og de nuværende kunstlysløsninger." beskrives det i en artikel i branchebladet LYS. (M.B.C and M.P.J, 2015, s. 20)

Dette har skabt begrebet 'Human Centric Lighting' eller også kaldet 'Human Factors in Lighting', som er et fænomen der bygger på en genskabelse og efterligning af dagsrytmens foranderlighed i både farvetemperatur og lysintensitet. Interessen, og udviklingen af sådan et system bygger på videnskabelige undersøgelser omkring menneskets biologi og hvordan naturligt lys vs. kunstig belysning påvirker og kontrollerer biologiske processer i menneske kroppen.

Da mennesket, med det liv mange fører i dag, opholder sig 80-90% af tiden indenfor, så er der skabt et behov, for at genskabe noget af ude miljøets kvaliteter indenfor. Det er et velkendt fænomen at dagslyset har helende effekt på mennesket, men der forskes stadig i problemstilling om hvad der sker når man begynder at genskabe dagslys-rytmen med kunstigt lys. *"Studies suggest that the intensity and colour temperature of artificial lighting affect various physiological processes in the human body, such as blood pressure, heart rate variability, EEG, core temperature and melatonin"*. (Sleeper, Moolenaar, Galetzka, Pruyn, 2011, s. 159) (Walerczyk, 2014) (Bommel and

Beld, 2004)

På et konkret niveau handler det om at det blå lys er med til at gøre mennesket frisk og vågen til at udføre en opgave, som det tidligere diagram viste at dagslyset gør midt på dagen med den blå himmel. Hvor imod det røde lys er med til at skabe ro og få mennesket til at slappe af. Men der mangler stadig meget forskning på området, da man ikke ved om det kan skade fx hormonbalancen eller andre processer i den menneskelige krop. (Lighting for People, 2015)

Fænomenet diskuteres i en artikel skrevet af Dansk Center for Lys, med Peter Boyce forfatter af bogen 'Human Factors in Lighting'. Peter Boyse fortæller om sin bekymring over den store interesse for Human Centric Lighting. Bekymringen går på, at der stadig er mange ukendte faktorer i spil. For at skabe et godt lys, er de visuelle forhold stadig de vigtigste og dette ikke må gå i glemmebogen i begejstringen over dette nye fænomen. Han pointerer, at farvetemperaturer både kan være med til at skabe stemning og en god atmosfære indenfor, samt påvirke det cirkadiske system. *"Med andre ord, når vi manipulerer med de bølgelængder, som har effekt på døgnrytmen, så har det også indflydelse på det visuelle miljø og stemningen. Men vi ved ikke ret meget om balancen mellem disse effekter – kun at øjet ret hurtigt adapterer til den aktuelle lysfarve ligesom med lysmængden."* (Boyse, 2015, s.16)

Flere videnskabelige artikler er blevet skrevet på baggrund af undersøgelser i folkeskoleklasser rundt om i verden, hvor belysningssystemer med forskellige scenarier er blevet installeret og testet over flere måneder.

"Lighting affects students concentration positively: Findings from three Dutch studies", er en af disse undersøgelser, hvor resultaterne indikerer at konceptet har potentiale. Undersøgelsen arbejdede med et dynamisk belysningssystem, der har fire indstillinger, hhv. Energy setting, Focus setting, Calm setting og Standard setting. Der er primært blevet lavet undersøgelser af belysningsscenarioet Fokuslys, *"As such, the results suggest that in addition to an overall learning effect for pupils in both schools, the Focus lighting setting had a positive effect on pupils' concentration in the experimental school"*. (Sleegeer, Moolenaar, Galetzka, Pruyn, 2011)

I disse videnskabelige undersøgelser er hele klasser blevet undersøgt på lige vilkår, det vil sige at alle elever bliver testet under samme lysscenerier samtidig. Der er ikke kommet et entydigt resultat af hvordan disse belysningsscenerier virker, ej heller om de virkelig kan understøtte elevers læring.

Lysproducenten Zumtobel har lavet sin egen brugerundersøgelse på området. Hvor

de prøvede at undersøge brugernes præferencer for en given farvetemperatur. Resultatet af denne undersøgelse har fået producenten til at tage konsekvensen og udvikle et nyt produkt. *"En brugerundersøgelse foretaget af Zumtobel og Fraunhofer IAO har bevist, at brugernes præferencer med hensyn til farvetemperatur i kontorer er meget forskellige"*. (Zumtobel og Fraunhofer IAO, 2014, s. 10) Da undersøgelsen ikke resulterede i et entydigt svar, har Zumtobel taget dette som et tegn på, at der muligvis ikke findes et. Resultat der kom ud af brugerundersøgelsen var, at tilfredsheden steg under omstændigheder hvor den enkelte havde mulighed for at indstille lyset efter eget behov og smag igennem hele dagen. Denne efterspørgsel blev imødekommet ved at udvikle et LED-armatur hvis farvetemperaturer kan ændres trinløst.

Denne undersøgelse er foretaget med voksne der arbejder i kontormiljøer, men meget tyder på at det ikke gør nogen forskel om det er børn eller voksne der bliver testet. Det antages at resultatet ville blive det samme, da både børn og voksne godt kan lide at have muligheden for at vælge selv.

I artiklen "Hvilket lys fortrækker du?" søger Ásta Logadóttir også at finde præferencen for både lysintensitet og farvetemperatur. Resultatet er: *"De afgørende faktorer for brugernes "foretrukne" belysningsniveau og farvetemperatur afhænger af de intervaller, de har mulighed for at vælge indenfor, samt hvilken startværdi der anvendes, når der skal vælges inden for et givet interval"*. (Logadóttir, 2011)

På nuværende tidspunkt er Ásta Logadóttir, igang med at undersøge præferencen for lysintensitet imellem 0 til 500 lux for, at teste om værdien på de anbefalede 500 lux til en arbejdsflade faktisk også er det behovet er. Da tidligere test har været fra 500 lux og opefter, fortæller Seniorforsker Ásta Logadóttir fra SBI (Statens Byggeforskningsinstitut).

Delkonklusionen

Konklusionen efter at have undersøgt forskellige aspekter af emnet lys og læring, er at undervisningsformen har udviklet sig fra at være ensporet og mekanisk til at give plads til det enkelte individ i skolen. Læringsmiljøet skal opdateres, så dette kan gå hånd i hånd med undervisningsformen, således at begge kan understøtte hinanden såvel som elever og lærere. Ydermere er der blevet undersøgt og redegjort for hvilke lysbehov der findes i folkeskolen, og hvilke parametre der kan arbejdes med i designet af en lampe, som skal passe specifikt til folkeskolen og alle dens elever, og endeligt, hvordan belysningen kan være med til at skabe bedre forhold og forudsætninger for elever at lære i.

De danske belysningsstandarder for lyset i folkeskolen er blevet undersøgt, med henblik på at skabe et billede af hvilke anvisninger der findes for folkeskolen samt hvordan en arbejdslampe kan være med til at forbedre og understøtte den belysning der i skolerne.

Problemet med anbefalingerne, er netop som ordets betydning antyder, at det er anbefalinger. Heri ligger derfor en stor frihed til at gøre det endnu bedre end disse. Men anbefalinger må også fortolkes som minimumskrav, som forventes bliver overholdt som minimum, for at skabe et acceptabelt læringsmiljø. Men anvisningerne kan læses og fortolkes på forskellige måder og det kan have indflydelse på implementeringen.

”Udfordringen er derfor både at få tilstrækkeligt dagslys og samtidig opnå belysningsforhold, der på den bedst mulige måde understøtter de mange, varierende aktiviteter, som skal finde sted inden for de samme fysiske rum.” (Kristensen et. al, 2004, s. 9)

Parametrene for afsnittet ‘Lys og læring’, er som følgende:

- Læringsmiljø skal kunne individualiseres og understøtte personlig læringsstil
- Undervisningsformen kræver fleksibilitet af læringsmiljøerne
- Aktiverende miljø – undersøgende stimulerende omgivelser der vækker nysgerrighed
- Omgivelserne skal være hyggelige
- Specificer aktiviteter i lokalet som kan hjælpe med til at uddybe belysningsbehovet
- It-anvendelse er en del af undervisningen
- Eleverne skal føle sig inddraget i undervisningen
- Lyset skal udvikle farvesynet, derfor skal CRI være lig eller over 90

- Lyset skal give varierende lysmiljøer
- Lyset skal have god modulerende egenskaber (modsat diffust lys)
- Lyset må ikke skabe blænding og give et flimrende lys
- Eleverne har forskellige præferencer for høj og lav lysintensiteter og farvetemperaturer
- Balance mellem kontrastfyldt og monotomt belysning - diffust/indirekte og direkte lys
- 500 lux på arbejdsfladen
- Dagslyset er altid den primære lyskilde, når dette er muligt
- Tilstrækkeligt belyst når der kan måles en dagslysfactor på 2% på arbejdsfladen

Design afsnit

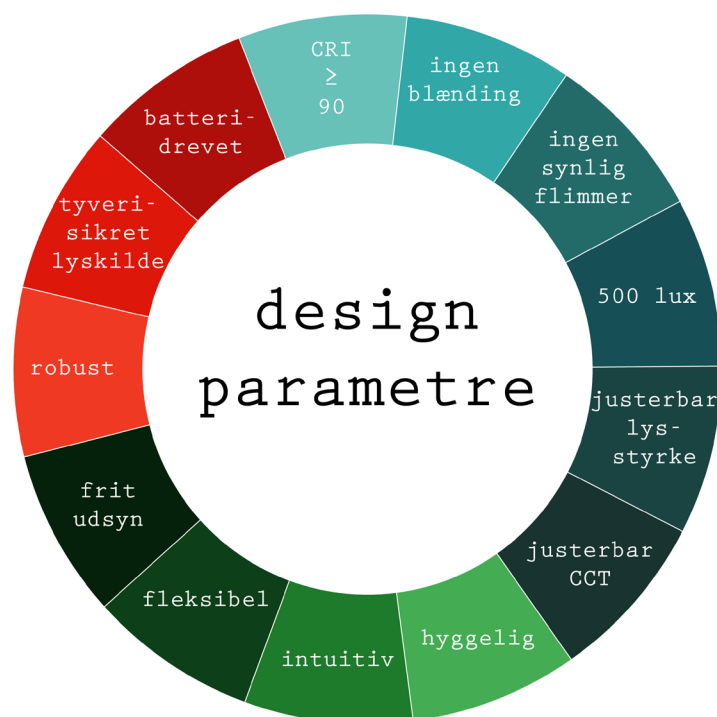
Designparametre

De to foregående kapitler er det blevet tydeliggjort at lampen skal give mulighed for at skabe godt lys for alle i klassen, lige meget hvor eleverne sidder henne. Læringsmiljøet skal kunne individualiseres og understøtte den personlig læringsstil, samt elevens egne lyspræferencer. Derfor er det vigtigt at alle elever får hver deres lampe, så de hver især kan skabe de omgivelser der passer til undervisningen, da forskellige læringssituationer kan kræve forskellige belysningssituationer.

Ydermere er et varierende lysmiljø med til at skabe et spændende, dynamisk og aktiverende undervisningsmiljø som er stimulerende og vækker nysgerrigheden hos eleverne.

Lampen er et add-on til den eksisterende belysning, som man finder den i folkeskolerne i dag. Der er behov for en belysning som er en blanding af at være kontrastfyldt og monoton. Med den eksisterende diffuse og indirekte belysning fra loftet, er arbejdslampen med til at skabe balancen med sit direkte lys og i kombination skabe gode modulerende miljøer.

Dagslyset vil altid være den primære lyskilde, når dette er muligt, men arbejdslampen er udtænkt til at understøtte dagslyset og til tider generelbelysningen. Ydermere vil der være situationer, som ved undervisning på smartboards hvor begge disse lyskilder vil blive udelukket, og hvor arbejdslampen vil have en mere central opgave. Ud fra de to forgående kapitler er følgende designparametre blevet fast slået:



Figur 14: Viser de 13 forskellige designparametre som er blevet fastlagt igennem rapporten, og som der nu vil blive design og undersøgt løsninger lampen udfra.

Batteridrevet

Lampen skal være batteridrevet, fordi det er et problem for folkeskolerne at få den tekniske logistik med ledninger og stikkontakter til at gå op. Ydermere bliver det enormt rodet med ledninger udover hele klassen. En batteridrevet lampe vil derimod, give den størst mulige bevægelsesfrihed og fleksibilitet til lampen og de elever, som bruger den.

Tyverisikret lyskilde

Lyskilden skal integreres godt i lampen for at undgå at lyskilden forsvinder.

Frit udsyn

Lamperne må ikke forstyrre øjenkontakten mellem elev og lærer og på den måde komme til at være distraherende og generende for undervisningen, for dette vil ikke bidrage til at forbedre læringsmiljøet for hverken elever eller lærer.

Fleksibel

Lampen skal være fleksibel i flere sammenhænge, blandt andet skal den være nem at flytte rundt på, så lyset er der hvor behovet er. Ydermere skal lyset i lampen være fleksibel og justerbart, så den enkelte kan skabe det lys der er behov for. Lampen skal være fleksibel i form af ergonomi, samt kunne fungere til forskellige bordformationer.

Undervisningsformen kræver fleksibilitet af lyset i læringsmiljøet, i form af forskellige belysningsscenarier, - bl.a. ved almindelig undervisning, brug af pc eller undervisning ved smartboard.

Robust

Lampen skal indgå i et miljø hvor børn og unge kan have en mere hårdfør måde at behandle tingene på. Så for at lampen kan holde til omgivelserne, er robust et essentielt nøgleord.

Ydermere skal monteringsystemet som skal fastspænde lampen til bordet også være robust, for uden dette er lampen meget udsat i forhold til at falde på gulvet.

Intuitiv

Lampen skal være intuitiv så den kan bruges af børn i alle aldre, og ikke tager unødvendig opmærksomhed og tid, og dermed skaber irritation.

Hyggelig

Lampen skal være med til at skabe hyggelige omgivelser, fordi dette vil få eleverne til at slappe af og føle sig godt tilpas i læringsmiljøet. Når man er afslappet og rolig, er det nemmere at koncentrere sig, om at lærere og fokusere på det der bliver underv-

ist i og om.

CRI \geq 90

CRI er vigtigt når dagslyset bliver ekskluderet fra klasselokalet, fordi denne værdi er med til at sikre en god farvegengivelse i rummet. Ydermere er en høj CRI med til at udvikle farvesynet hos børn, hvilket er en del af børns synsudvikling op igennem skoletiden.

Ingen blænding

Lyset fra lampen må ikke skabe konstant blænding hos den enkelte elev eller hos andre elever der sidder rundt om lampen, da dette vil være generende og forstyrrende og kan være med til at skabe fysisk ubehag hos den/de påvirkede.

Ingen synlig flimmer

Lyset i lampen skal ikke være synlig flimmerende, da dette er generende for alle som opholder sig i det og skal se på det. Da det både er stressfremkaldende og forstyrrende i undervisningen, så dette skal helt undgås.

500 lux

Der skal være mulighed for at få 500 lux på arbejdsfladen, fordi det er den anbefalede mængde lys til arbejdsstationer, hvor aktiviteter som læsning, skrivning og skærmbrug forgår.

Justerbar lysstyrke

Lyset skal have en justerbar lysstyrke fordi den enkelte elev skal have muligheden for at bestemme hvor meget lys denne har brug for på sin arbejdsflade, alt efter hvor i lokalet arbejdsstationen er placeret, samt hvordan dagslyset varierer i løbet af dagen. Med forskellige præferencer for høj og lav lysintensitet kan dette behov efterkommes med justerbar lysstyrke, som giver mulighed for mere eller mindre lys. Ydermere er det godt for eleverne med et varierende lysmiljø og dette kan den enkelte elev skabe for sig selv, når lampen tillader at der foretages ændringer i lyset.

Justerbar CCT

Lampen skal give mulighed for at juster CCT fordi eleverne har forskellige præferencer for forskellige farvetemperaturer. Det er forskelligt hvad den enkelte fortrækker, alt efter hvilken tid på dagen det er, hvilken kulturel baggrund man har, forskellige aldre osv.



1



2



3



4



5



6

Designudvikling

Processen omkring designudviklingen er delt op i to afsnit, hhv. et teknisk design afsnit og et formgivnings afsnit. Som de to overskrifter antyder, vil der i det tekniske afsnit blive undersøgt alle de tekniske detaljer omkring designet, med udgangspunkt i de opstillede designparametre.

For med afsæt i de tekniske undersøgelser og beslutninger, samt de resterende designparametre vil det være muligt at formgive lampen og få hele designet til at gå op i en højere enhed.

Men designparametrene alene fortæller kun hvad lampen skal kunne, ikke noget om hvordan den skal kunne det og hvilket udseende den skal have.

Der er en verden af muligheder for hvordan lampen kan designes. For at nedbringe disse, tages der afsæt i eksisterende produkter. Ved at lave et moodboard over eksisterende lamper, som er en blanding imellem nye og gamle lampedesigns med mange forskellige materialer, udformninger, detaljer og egenskaber, giver dette en fælles referenceramme for mulige til og fravalg. Ved at analysere produkterne og deres forskellige styrker og svagheder op imod det indhentede viden om bordlampens kontekst og de udviklede designparametre, vil beslutningsprocessen blive enklere og gøre billedet af det kommende lampedesign tydeligere, samt give inspiration til det kommende design.

Her er et uddrag af nogle af disse lamper fra moodboardet:

- 1. lampe:** The Level desk lamp, er elegant og simpel i dens formgivning. Den går imod de design trends der er, hvor alt skal være minimalistisk og skæres helt ind til bennet. Med dette lampe design har man formået at skabe en lampefod/krop som ser markant ud og har noget volumen, som får lampen til at se stabil ud, uden at virke klodset eller voldsom. Ydermere er det muligt at indstille lyset efter behovet. Som inspirationskilde til en lampe med batteri og lysstyring, er den med til at danne billeder på mulighederne. (Permafrost, 2016)
- 2. lampe:** Leaf lampen inspirer med sine slanke former og karakteristiske skærm, som er tynd, men stadig giver gode muligheder for at fordele lyset på arbejdsfladen. (Broberg Ridderstråle, 2016)
- 3. lampe:** Double-Arm Trapeze Light har nogle fine detaljer, i form af ergonomiske kuglelejre som giver en enormt bevægelsesfrihed for brugeren til at justere på lampen og lyset. Ydermere har lampen interessant soft-touch finish, i forhold til skridsikring og evt greb. (Stathis, 2016)
- 4. Lampe:** The "Linelight" skiller sig ud, fra mange lignende smalle, minimalistiske lamper som kan klappes sammen og bevæge flere led og er designet med LED'er. Det gør den ved at have brudt med tidens farveforskrækkelse, der er blevet leget med farver, både på selve lampen og i tekstilledningen. Lampen bliver mere genkendelig og får mere personlighed i blandt de mange sorte, hvide og grå lamper der findes. (Hoursoglou, 2014)
- 5. lampe:** Night and Day 97, gav inspiration til at designe en lampe med større former som stadig er harmonisk og simpel i sit udtryk, men som samtidig giver muligheden for at indeholde en større teknisk pakke. (Devriendt, 2016)
- 6. lampe:** Toucan Table lamp er en lampe som har et legende udseende som en Toucan fugle. Den har både inspirerende legende farver, former og er sammenklappelig. Den har en sød personlighed og appellere til børn. (Toucan, 1980)

Tekniske design

Mange af designparametrene omhandler tekniske værdier og egenskaber som lampen skal have, for at kunne understøtte eleven og skabe det gode læringsmiljø for hver enkel. Der vil i dette afsnit blive gennemgået forskellige tekniske emner for at komme omkring disse designparametre og på den måde få dem implementeret i lampen, og hermed opfylde de ønsker der er til lampens funktioner.

Et af designparametrene siger, at lampen skal være batteridrevet, derfor er det nødvendigt at finde ud af; hvilket batteri skal der bruges og hvor meget strøm skal det indeholde, for at levere nok energi til en lyskilde? Hvor længe skal lampen være i brug og hvor stor skal batteriet derfor være?

Hvilken lyskilde skal der bruges i lampen, skal det være et genopladeligt batteri, hvordan fungerer en oplader? Osv.

Kendskabet til de tekniske emner er nødvendigt, for at kunne træffe beslutninger om lampens tekniske egenskaber, og for at skabe overblik over hvilke formmæssige betydninger disse tekniske egenskaber har for formgivning, inden denne proces kan begynde.

Lyskilde

Lyskilden der skal bruges i lampedesignet, skal opfylde nogle fysiske behov, som er blevet undersøgt og gennemgået igennem rapporten. De behov er blevet lavet om til nogle designparametre, og ved at vælge den lyskilde som har de optimale tekniske egenskaber, kan denne være med til at opfylde disse behov og designparametre.

En af de første designparametre handler om at tyverisikre lyskilden, ved at integrere den godt i lampen, så den ikke er umiddelbart udskiftelig. Dette kræver dog en lyskilde som ikke skal skiftes så ofte, hvor det ikke vil være til gene, at lyskilden er sværere at komme til.

Behovet for frit udsyn betyder, at lampen ikke skal fylde for meget, tage en masse opmærksomhed og forstyrre øjenkontakten imellem lærer og elev. Valget af en lyskilde, som ikke fylder meget, muliggør et lampedesign, som ikke tager udsyn. I designparametrene er der en lang række tekniske egenskaber som lyskilden skal have, den skal give en god farvegengivelse med $CRI \geq 90$, den skal kunne levere 500 lux på arbejdsfladen, det skal være muligt at justere lysstyrke og farvetemperaturer, uden at give synligt flimmer. Ydermere skal lyskilden skal være så kompakt som mulig, samt energi effektiv, da lampen skal være batteridrevet.

Med udgangspunkt i 'State of the art', indenfor bordlampebelysning er In-Light

Scandinavia's Lady7 interessant. Det er en skrivebordslampe som er designet i et meget tynd og fint udtryk, som giver et linært lys på arbejdsfladen. Det interessante ved Lady7 er at den bruger LED-teknologi og har indbygget en trinløs lysdæmper og justerbar farvetemperatur fra 2700 K til 4000 K. Den bruger 6 W og yder 320 lm og har en CRI 83.

Lady7 indeholder de samme funktioner som er ønsket i det kommende arbejdslampe design til folkeskolen. Ydermere giver LED'er mulighed for at arbejde med et design som ikke tager udsyn, grundet deres meget kompakte udformning. (In-light, 2016)

Med baggrund i dette 'State of the art' produkt, konkluderes det at LED teknologi vil være den bedste lyskilde til det nye lampe design.

LED-teknologien er i stor udvikling og udvider med stadig bedre produkter, så der er mulighed for at få CRI 90 og et bredere spektrum af farvetemperaturer end de der ses i Lady7.

Et andet 'State of the art' produkt er Fagerhult's Marathon Tunable spotligt, som viser at ét og samme armatur kan justere farvetemperaturen fra 2700 K til 6500 K og samtidig have en Ra-værdi på 90. (Fagerhult, 2016)

På baggrund af disse 'State of the art' produkter, samt de behov og værdier der er blevet beskrevet i designparametrene for lyskildens egenskaber, er der fundet to eksempler på forskellige LED-strips som har de eftertragtede egenskaber. Disse vil blive sammenlignede med hinanden, for at finde den bedst egnede til det nye lampe design.

Led strip 1: *3014 CCT adjustable LED strip light, fra Blue Lighting Technology Co.*

Led strip 2: *LED-713AB2-24, LED Strip, fra LED-TEK*

Datablade for begge LED'er vedlagt som bilag B

LED strip 1	Egenskaber	LED strip 2
2700 – 5600 K	CCT	2700-5000 K
90	CRI	90
28,6 cm	Længde på strip	27,27 cm
52,5 lm / W	lm / W	34,38

Denne sammenligning viser at LED strip nr. 1 giver et bredere spektrum af farvetemperaturer. Begge strips har CRI 90. LED strip nr. 1 vil blive en smule længere end strip nr. 2, men den vil samtidig give flere lumen pr. watt og dermed forbruge mindre strøm. Derfor er det LED strip nr. 1 som er den bedste.

Da LED'erne kun kan deles i 5 cm's stykker, vil det stykke LED der skal bruges til lampen blive rundet op til 30 cm.

Nu da LED strippen er fundet kan det beregnes hvor stort et batteri der skal bruges for at holde den med strøm i hhv. 8 eller 16 timer, som svarer til 1 til 2 skoledag. De 8 til 16 timers batteri tid er valgt, for at være sikker på at lampen kan holde batteri igennem hele skoledagen, hvis den bliver brugt ved max power.

Da LED strippen bruger 12 W/m på grund af de valgte 30 cm, som vil give 500 lux på arbejdsfladen, kan mAh (milliamperere hour) beregnes og på baggrund af resultatet kan der findes et batteri. (se vedlagte bilag B)

$$12 \text{ W/m} \times 0,3 \text{ m} = 3,6 \text{ m}$$

$$3,6 \text{ m} / 12 \text{ v} = 0,3 \text{ A}$$

$$0,3 \text{ A} \times 1000 = 300 \text{ mA}$$

$$300 \text{ mA} \times 8 \text{ timer} = 2400 \text{ mAh}$$

$$300 \text{ mA} \times 16 \text{ timer} = 4800 \text{ mAh}$$

Disse udregninger og resultater vil blive brugt i strøm afsnittet hvor batteriet skal findes.

Med valg af LED'er som lyskilde, er det muligt at integrere disse i lampen. LED'er skal ikke skiftes så ofte, da de har en levetid på 30.000 til 50.000 timer. Det vil sige at hvis LED'erne bliver brugt i 24 timer i døgnet vil de have en levetid på over 5 år. Med udgangspunkt i at en skoledag er omkring 8 timer, vil LED'erne kunne holde i over 15 år.

Det frit udsyn kan også opfyldes med LED'er, da de ikke tager en masse opmærksomhed pga deres kompakte design. Ydermere kan LED'erne vælges med de specifikke egenskaber, som der er behov for.

Strøm

Strøm er et stort emne da forstudiet på Grøndalsvængets Skole viser, at fremtidens læringsmiljø kræver en ledningsfri lampe, for at den skal fungere og understøtte behovene. Undervisningsmiljøet kræver fleksibilitet, dette har derfor ledt videre til ideen om en genopladelige lampe.

Dette afsnit vil derfor beskrive forskellige typer af genopladelige batterier, hvordan de er opbygget, hvilken form de kan have, og hvor meget strøm de kan levere mm.

Batterier inddeles generelt i to kategorier, primær- (ikke genopladelige) og sekundærbatterier, som er den gruppe der er fokus på i denne opgave, da de er udviklet til at kunne genoplades.

Sekundærbatterier er kendt fra trådløse enheder som mobiltelefoner, kameraer eller håndværktøj. Batterierne findes i mange forskellige udformninger, de kan både være runde, prismatiske eller udviklet som knapceller.

Batterisystemerne NiMH (nikkel-metalhydrid) samt Li-ion (lithium-ion) er, på grund af deres højere energitæthed (lavere vægt, længere driftstid) og bedre miljøegenskaber, oftere blevet anvendt som strømforsyning til bærbar elektronik. NiMH har gode højbelastningsegenskaber, hvilket er velegnet til produkter som håndværktøj, hvorimod Li-ion har den højeste energitæthed og derfor er særlig velegnet til at strømforsyne bærbart udstyr som trådløse mobiltelefoner. (Batteriforeningen, 2014)

Fordelene ved Lithium-ion batterier frem for NiMH er, at de har en højere spænding end andre genopladelige batterier, hvilket betyder at man i mange tilfælde kan bruge en enkelt celle i stedet for flere celler som NiMH.

Ydermere selvaflader lithium-ion batteriet mindre end andre typer genopladelige batterier. NiMH batterier kan tabe 1-5% af deres kapacitet hver dag, hvorimod Lithium-ion batterier efter mange måneders opbevaring holder det meste kapacitet.

Ulemperne er at Lithium-ion batterier er dyrere, fordi de er svære at fremstille og fordi de bliver fremstillet i et væsentligt færre antal end NiMH. Denne factorer ændre sig dog, da produktionen er stigende. Lithium-ion batterier er udviklet med en speciel sikring der forhindre at de bliver ødelagt på grund af over- eller underopladning. (Lithium-ion, 2014)

På baggrund af designparametrene som handler om frit udsyn, samt at lampen skal

være hyggelig og ikke forårsage blænding, stræbes der efter at finde et batteri som fylder og vejer mindst muligt og samtidig kan levere den længste driftstid.

Med udgangspunkt i det undersøgte er Lithium-ion batterier det batteri, som kan lagre mest energi på mindst plads, samt med sine andre fordele i forhold til mindre afladning og en speciel sikring af over- og underopladning, er dette batteri det bedste valg til folkeskolelampen.

Med vejledning fra en Elektroingeniør er dette valg blevet bekræftet og der er fundet eksempler på batterier, der kan bruges til at levere strøm til de valgte LED'er fra lyskilde afsnittet. I lyskilde afsnittet blev det udregnet hvor mange milliamperetimer LED'erne har brug for, for at kunne levere lys og strøm over 1 til 2 skoledage.

Ved en skole dag, som bliver beregnet som 8 timer, skal batteriet levere 2400 mAh, over to skole dage, vil det derfor blive det dobbelte. Ud fra disse informationer er der fundet følgende batterier:

Batteriet Zippy med 2650 mAh, har en vægt på 228g og dimensionerne 135 x 45 x 19 mm. Dette batteri er det eksempel, som kommer tættest på de ønskede 2400 mAh. (Hoppyking, 2012)

Det batteri som kommer tættest på de udregnede 4800 mAh er et Zippy batteri med 5000 mAh, som vejer 440g og har dimensionerne 144 x 5 x 2,7 mm. (Hoppyking, 2012)

Med udgangspunkt i disse to batterier, bliver der undersøgt yderligere et batteri med 3000 mAh, som vil kunne levere strøm til LED'erne i 10 timer. Dette batteri bliver undersøgt nærmere, da batteriet på 5000 mAh kommer til at være for stort, men samtidig er der plads til et batteri, som er større end det på 2650 mAh. Se figur 18 på side 81.

Batteriet på 3000 mAh vejer 239g og har dimensionerne 137 x 45 x 18 mm. (Hoppyking, 2012) Disse dimensioner vil der blive arbejdet videre med i afsnittet om formgivning af batteri.

Der forskes rigtig meget i batteriers udvikling, og med tiden vil man kunne levere batterier der kan indeholde strøm til længere perioder og som samtidig er mindre. Men indtil udviklingen er fulgt med, er batteriet på 3000 mAh den bedste løsning. Dette betyder, at hvis lampen bliver brugt til max kapacitet over en skoledag, så skal lampen oplades hver dag. En artikel om opladninger argumenterer for, hvorfor det ikke er nogen dårlig ide med daglig opladning af lampen. *"Den bedste rytme for et batteri er én cyklus i døgnet, hvilket vil sige, at batteriet skal til ladning, når dagens ar-*

bejde er udført, og når det er afladet med max. 80 % (dryfit 70-75 %) af dets kapacitet, således at det er fuldt opladet, når næste dags arbejde påbegyndes.” (GNB, 2016, s. 11)

Der kan argumenteres for at det ikke kun er en god rytme for batteriet, men også for eleverne. Hvis lampen er udviklet til at bruge det meste af batteriets kapacitet på en skoledage, giver det eleverne en god daglig rutine, hvor alle skal sætte deres lampe i oplader inden de går hjem, for at den er klar til næste skoledag. Det er faktisk bedst at batteriet ikke er brugt helt op når det sendes til opladning igen.

”Når det gælder lithium-ion-batterier er det ikke nødvendigt at lade batteriet køre helt fladt, før man oplader det igen – faktisk kan det være skadeligt for et litium-ion-batteri at aflade det fuldstændigt, fortæller Maciej Swierczynski fra Aalborg Universitet.” (Brix, 2014)

Det er svært at sige præcis hvor lang levetid der er på et batteri, for det har både noget at gøre med, hvor godt batteriet er og hvordan det bliver behandlet og hvor meget det bliver brugt. Det er blevet forsøgt at tage kontakt til producenten af batterier, der er brugt som eksempel her i rapporten, men der er ikke kommet noget svar.

For et litium-ion-batteri til en bærbar pc, er der sat en vejledende holdbarhed til 400 til 700 opladninger før batteriets levetid er udløbet. Et skoleår opererer med 200 skoledage (Thrane, 2008), med udgangspunkt i de vejledende forhold vil batteriet i værste tilfælde derfor kun holde 3,5 år før der er behov for at skifte det ud. (Data-marked, 2016) Dette resultat er med udgangspunkt i, at lampen er tændt med den kolde hvide LED hele dagen i de 200 dage, da dette scenarie vil bruge mest strøm og derfor tage mest på batteriet.

Udviklingen indenfor batterier er en stor industri men tempoet kan i lyset af vores tid, virke lidt langsom. *”Udfordringen er, at skridtene set med forbrugerens øjne virker små; det er ofte kun få procent, man forbedrer batteriernes kapacitet med fra år til år,» siger Tejs Vegge, der er professor ved Institut for Energikonvertering og -lagring på DTU og forsker i batterier.” (Lykkegaard, 2015)*

Oplader

Med udviklingen af en batteridrevet lampe må der også medfølge en oplader hertil. Derfor vil dette afsnit kort komme ind på de vigtigste tekniske dele i en oplader. En oplader har flere funktioner, en af disse er at opladeren fungerer som en transformer der ændre de 220-230 volt vekselstrøm, der kommer fra stikkontakten til de angivne jævnstrøms volt, som det enkelte produkt og batteri har brug for.

"Electricity flows into the transformer from the electricity outlet on your wall, gets transformed down to a lower voltage, and flows into the battery in your iPod or phone [or other devices]." (Woodford, 2016)

I forhold til udviklingen af arbejdslampen er det opgivet i de vedlagte datablad, se bilag B, at LED'erne bruger 12 volt DC for at kunne lyse. Derfor er der valgt et batteri som kan levere 12 volt DC og som derfor også skal lades op med 12 volt, for ikke at overophede batteriet.

Ydermere har opladeren ofte indbygget en intelligent teknologi, som kan aflæse hvornår batteriet er opladt og kan slå opladningen fra. Dette kan typisk ses ved at en diode lyser rødt når batteriet oplades, og grønt når det er færdig opladt og står klar til brug. *"It has a charge indicator LED that will lit up while the battery is charging and shut off when done."* (Radioactive_Legos, 2015, s. 2)

Da lampen og opladeren skal designes og udvikles specifik til folkeskolen, giver det mening at kigge lidt nærmere på om det har nogen værdi, at lave en stor fælles oplader til alle lamperne, i stedet for at have enkelte oplader til hver lampe. Under besøget på Grøndalsvængets Skole kom det frem, at der er begrænset antal strømudtag, og derfor vil det være godt at begrænse mængden af strømstik.

Parallelopladning er derfor en mulighed, hvilket betyder at X antal single opladere bliver parallel forbundet. De enkelte opladere fungerer stadig som separate opladere, der har en lukkede teknologi. Forstået på den måde, at den enkelte oplader kun fokuserer på det batteri der specifikt er tilknyttet, så hvis et batteri er 80% brugt og nabo batteriet i sin egen oplader er 70% brugt, vil begge ladere oplade deres batteri til fuld kapacitet og herefter slå strømmen fra. Det batteri hvor kun 70% af kapaciteten er brugt, vil derfor blive hurtigere opladt end det batteri hvor 80% er brugt. Den eneste forskel er, at de er forbundet og deler det samme strømstik.

Når der arbejdes med strøm og batterier er der altid en risiko. Derfor er det en god

ide at opladningen sker i et sikker miljø, der er brandhæmmende. For at minimere brand og andre medfølgende farer, skal batteriet have en sikkerhedsmembran omkring sig inde i lampen. Dette kan for eksempel være et materiale, som sikrer batteriet, ligesom et brandtæppe eller en sikkerhedsboks gør det. Dette vil være med til at sikre omgivelser, og mindske eventuelle farer.

Trådløs genopladning

Trådløs opladning er en anden form for opladning. Det er en teknologi som i dag ses meget i forbindelse med mobiltelefoniindustrien.

Måden det fungerer på er for eksempel, at en mobiltelefon placeres på en ladestation, og ved tæt kontakt tilslutter mobil og oplader, og hermed starter opladningen. De udsigter denne teknologi giver, er at alle batteridrevne produkter vil kunne bruge den samme ladestation og på denne måde vil man kunne udgå forskellige oplader, ledninger og adaptere, skal følge med de enkelte produkter. Men en af de problemer der er ved denne teknologi, er at der ikke er enighed omkring hvilken teknologi som skal ligge bagved. Lige nu benyttes der forskellige teknologier, som ikke kan kommunikere sammen. (Doud, 2015)

Hovedforskellen mellem trådløs genopladning og traditionel genopladning er, at trådløs opladning sker uden at produktet skal have et strømstik indput, det vil sige at der ikke er noget blottede metal som forbindes for at opladningen kan begynde. I den trådløse version har man opdelt transformeren, så en del sidder i produktet og den anden del sidder i ladestationen. Ved at udforme et produkt og en oplader, som passer som en positiv og negativ form til hinanden, skabes der mulighed for en stabil forbindelse. Når de to sættes sammen, forbindes de to dele, og de fungerer nu som en samlede transformer og oplader, ved brug af elektromagnetisk induktion. Da det ikke længere er metal der skaber forbindelsen, skaber dette muligheder for at bruge andre materialer omkring teknologien og stadig få opladningen til at fungere. Disse materialer kan være enhver ikke-jernholdigt / ikke-ledende materiale [som kan] bruges imellem de to dele, dette kan både være træ, læder, plastik, papir og glas. (Adafruit, 2016)

Det smarte ved at bruge trådløs opladning i folkeskolen er, at det er mere sikkert for børnene, der er ikke noget ledende metal som potentielt i børnehænder, kan laves

om til en farlig situation.

"Safety is the main reason for using an induction charger in [...] you don't need a power cable or exposed leads coming out of the base of your [products]". (Doud, 2015)

Det største problem med trådløs opladning er, at teknologien ikke er udviklet til større batteridrevne produkter. Det vil sige, at som teknologien er i dag, kan den ikke oplade med mere end 5 volt, så det vil gå meget langsomt.

"The current inductive standards are convenient, but also slow and fickle, and limited to smaller devices."

"Manufacturers are already developing higher power for wireless charging," Green says, "both for mobile phone quick charge, and for applications such as laptops." (Barrett, 2015)

Men i princippet er det ikke så vigtigt at batterierne bliver ladet hurtigt op, da lampen ikke skal bruges fra sent om eftermiddagen til næste morgen, før eleverne kommer i skole igen. (Giler, 2009)

Eksempel:

"Typical wall chargers will deliver 1amp of nominal current at 5 volts of tension. This charges a 3,000 mAh battery in roughly 3.6 hours. Most wireless chargers will also follow this guideline (5 volts of tension), but will lower the amperage slightly (the highest I've seen is 0.65 amps). Expect your phone to take longer to charge in this instance." (Leiva-Gomez, 2015)

Styring af lyset

Da der ikke er fundet nogle test resultater, som angiver lysværdier der i lysintensitet og farvetemperatur er testet til at være de bedste og mest optimale for alle, er der ikke noget grundlag for at vælge bestemte lysværdier til lampen.

Der står i de danske standarder at det anbefales, at man har 500 lux på arbejdsfladen, men det har været svært at finde svar på hvorfor. Derfor er der meget som tyder på, at der ikke er et entydigt svar.

Der er kun det svar, at vi alle er forskellige og har forskellige øjne, aldre, kulturelle baggrunde og måske endda også smag og temperament, som alt sammen har indflydelse på hvilket lyst der opfattes som bedst over en dag og til forskellige aktivi-

teter.

Derfor er der valgt et styresystem til lampen, som kan styres af den enkelt person både i lysintensitet og farvetemperaturer. For at kunne gøre dette, skal der bruges nogle knapper, som giver mulighed for at justere lysstyrken og farvetemperaturerne fra varme til kolde, på en intuitiv måde.

I dag bliver de fleste nye teknologier lavet, så de kan styres igennem en smartphone. Men denne form for styresystem er ikke optimal til folkeskolen. Eleverne skal ikke have deres telefoner fremme i undervisningen og få deres opmærksomhed svækket af den. Ydermere tager det også længere tid at indstille på lampen, hvis telefonen først skal tages frem og app'en skal åbnes og først herefter, kan lampen styres og der kan blive skruet op eller ned for lyset, som der er brug for.

I dette miljø vil et simpelt "analog" styresystem være meget mere værdifuldt. Derfor bliver lampen udstyret med to knapper eller sliders, som hver har sin egen funktion.



Figur 15: Viser forskellige eksempler på potentiometere, også kendt som knapper og sliders.

Med den ene kan lysintensiteten blive styret, samt tænde og slukke for hele lampen, og med den anden bliver farvetemperaturene styret.

For at kunne gøre dette, skal der bruges det man kalder potentiometere, som ved at skabe strømmodstand kan være med til at dimme lyset ned. Igennem noget let software er det muligt at styre de to funktioner fra en LED strip. Der skal sættes plads af i lampen til dette styresystem, disse dele er små så det vurderes at fylde 1 x 3 cm, udtaler AAU CPH's lab manager Jesper Greve.

Lampeholder

Med udgangspunkt i designparametrene som handler om, at lampen skal være fleksibel, give frit udsyn og være intuitiv, er der blevet overvejet forskellige muligheder for hvordan lampen kan blive placeret på bordet.

Overvejelserne har handlet om at lampen og dens montering, skal give mulighed for at blive placeret på forskellige steder på bordet. Både i forhold til om eleven er højre- eller venstrehåndet, men også med øje for at de enkelte klasser selv vælger deres placering af bordene i forhold undervisning og gruppearbejde osv. Forskellige bordformationer vil derfor skabe forskellige optimale positioner for hvor lampen kan stå på arbejdsfladen.

Udover dette skal lampen ikke står i vejen og tager udsynet fra eleven til tavlen, eller imellem elev og lærer.

Hvis lampen bliver placeret løst på bordet, ville eleverne have mulighed for at flytte lampen derhen, hvor der er behov for det. Dette er nemt og hurtigt, men denne løsning stiller lampen i meget udsat position. Fordi lampen er hævet sig op over bordene og står ubeskyttet hen, som et forholdsvist skrøbeligt element. I tilfælde af leg, løb og andre lidt voldsommere bevægelser kan lampen hurtigt stå uhensigtsmæssigt og dermed blive ramt.

Ydermere har folkeskoleelever ikke ret store arbejdsborde og derfor er pladsen træng, med presset fra bøger og andre genstande som kan få lampen til at ende på gulvet. Et par gange på gulvet skal lampen dog kunne holde til, men da dette er udnødvendigt, giver det god mening at udvikle en fod, som holder lampen sikker på plads på arbejdsfladen, hvor den hører hjemme.

Derfor bliver der i de næste to underafsnit beskrevet to løsninger, hvor lampen kan blive spændt fast til bordet. Kravene til denne løsning er dog, at lampen stadig skal være nem at placere forskellige steder på bordfladen, og det skal være en løsning som er intuitiv og hurtigt at flytte rundt med for børn.

For at løse disse problematikker, er der blevet kigget på to mulige løsninger, som vil kunne holde til omgivelserne. Den ene er en vakuum sugekop, som kan skabe et undertryk på bordoverfladen og på denne måde være med til at suge lampen fast til bordet. En anden løsningen er at bruge magneter, som derved vil kunne skabe et godt greb for lampen.

Magneter

"I det store og hele påvirker ikke magnetiske stoffer [...] ikke magnetfelter. Holder man derfor træ, plastik eller messingplader imellem to magneter sker der intet med feltet. Kun jernmetallerne og legeringer af magnetisk art påvirker feltet synligt." (Olsen, 2013)

Ved at bruge en magnet på begge sider af et elevbord vil disse kunne holde lampen fast til bordet. Ydermere skabes der en løsning, hvor magneterne hele tiden kan tages fra hinanden, så lampen kan ændre position og herefter sættes sammen igen. Samtidig med at det er intuitiv og så nemt at børn kan gøre det selv.

I forhold til at bruge magneter i folkeskolen er her dog nogle problematikker som der skal overvejes. For hvad sker der hvis magneterne kommer tæt på telefoner, ipads, pc'er, trådløs opladning og andre teknologier som kan findes i folkeskoleklasser? Dette spørgsmål er blevet undersøgt og mange tvetydige svar er kommet frem, fordi dette handler om, hvor stærk en magnet der bliver brugt.

"Magnets and devices emitting magnetic fields exist everywhere in modern life, but most of these are not capable of generating a magnetic field that is strong enough to have an effect on electronics." (Smith, 2010)

I forhold til udviklingen af arbejdslampen, skal der i dette tilfælde bruges en magnet som ikke bliver forstyrret af, at der er en 19 til 22mm lamineret eller fineret bordplade imellem dem.

For at være sikker på, at de magneter der skal bruges ikke forstyrre teknologien der står omkring den, findes der materialer som kan skærme for magnetens magnetfelt og skabe et skjold omkring magneten. *"[A magnetic shield] means that practically no magnetic field will enter into you device,[...]. The magnetic field is restricted to the attachment disc. So, those worried about magnets affecting their device have nothing to worry about."* (Das, 2014)

I denne forbindelse vil det give god mening at begrænse magnetens kræfter til de flader hvor der er brug for det, så børnene ikke har mulighed for at gøre noget forkert eller ødelægge noget med den.

Vakuum

Vakuum er en anden teknik som kan bruges til at fastspænde lampen på bordet med,

ved hjælp af et undertryk, hvor luften i hulrummet på en lille ”kop” bliver presset ud. På grund af dette undertryk der skabes imellem materialerne, i dette tilfælde bordet og ”koppen”, vil denne suge sig fast på bordet.

Med produktet ”Sea sucker” kan det ses hvor analogt det kan gøres. Her er der udviklet en vakuum sugekop, som ved hjælp af en trykpumpeknop giver mulighed for manuelt, at pumpe luften ud af koppen, ved gentagende gange at trykke på knappen og på denne måde, suges koppen fast til mange forskellige overflader.

Det er et enkelt system, som ikke skaber nogle problemer med andre teknologier i lampen. Ulempen ved systemet er, at der skal bruges nogle sekunder på at pumpe, for at skabe undertrykket og så bruger koppen og teknikken noget plads som der skal medregnes i designet. (sea, 2016)



Figur 16: Viser til højre at ikke alt kan stoppe et magnetfelt. Til venstre ses den omtalte vakuum kop. (Olsen, 2013) (sea, 2016)

Materialer

Under besøget på Grøndalsvængets Skole bliver det tydeligt hvor vigtigt det er, at designe og udvikle en arbejdslampe som er robust og fleksibel, samt passer til læringsmiljøet og de børn som skal bruge den. Omgivelserne på skolen bærer præg af at være meget slidt og brugt.

Ydermere bliver det forklaret på skolen, at ofte bliver der ikke taget højde for at børn ikke er som voksne, når der designes til disse. Hvilket betyder at børn ikke altid eller sjældent gør hvad en voksen ville gøre. Børn er blandt andet mere voldsomme i deres bevægelser og tænker ikke altid deres handlinger og beslutninger til ende. Derfor skal lampen designes i nogle materialer der kan holde til en lidt hårdfør be-

handling, så de tekniske løsninger i lampen bliver beskyttet.

Som inspirationskilde til sådan et materiale, kom det velkende håndværktøj, en elektrisk bormaskine op. Dette produkt er udviklet til at kunne klare sig i det ultimativt hårdeste miljø. Et miljø hvor den bliver kastet rundt, tabt, klemt, hvor den kan bruges udenfor, indenfor og den kan "arbejde" i mange timer i streg med højbelastning på. Dette materiale kender vi som termoplast, det gode ved dette materiale er, at det er nemt at forme og så kan man designe dets egenskaber så det passer til det enkelte produkt. Det vil sige, at det kan laves enormt robust og slidstærkt. Ydermere kan det genanvendes, desværre ikke til nye produkter, men som kemisk genanvendelse. (SoeHvi, 2015)

I 1996 blev der udviklet et nyt materiale som skulle matche og med tiden udkonkurrere termoplast. Materialet skulle give de samme muligheder som termoplasten i forhold til egenskaber og samtidig være et bæredygtigt og bionedbrydeligt produkt til forskel fra termoplasten. Dette nye materiale hedder Arboform også kendt under betegnelsen "Flydende træ". Ved at genbruge restprodukter fra papirindustrien og hertil tilsætte træfibre lykkes det, at skabe et produkt som kan formes og som kan udvikles med mange forskellige egenskaber efter designerens eget ønske. Da materialet er lavet af naturmaterialer, giver det god mening at bruge i forbindelse med børn.

Materialet bliver mere og mere udbredt, men er stadig hverken særlig kendt eller brugt endnu, som et naturligt alternativ til for eksempel plast. (Auken Beck, 2009) (Maher, 2013)

Da lampen er en konstruktion af forskellige dele som har forskellige funktioner, har disse derfor også mulighed for at blive udført i forskellige materialer.

Og da begge de omtalte materialer er nemme at indfarve, vil dette også være en mulighed. Så må det være op til de enkelte skoler, at tage en beslutning om, de også vil have forskellige farvede lamper stående i klasserne eller om de alle skal være ensfarvet.

Formgivning

På baggrund af den indsamlede viden i det tekniske afsnit og med afsæt i de resterende designparametre, er det nu muligt at formgive lampen.

Hvor det tekniske afsnit handler om forskellige mulige løsninger på opstillede problematikker, har formgivnings delen et ekstra lag.

Formsproget har den "funktion" at det kan være æstetisk appellerende og dragende. Det er en subjektiv sag, hvilke former der er dette, og her er det mine personlige præferencer og værdier, der kommer til at træde frem i designet.

I arbejdet med designet, drager jeg paralleller fra andre kendte produkter, som ikke nødvendigvis har noget med det endelige design at gøre. Ved at tage afsæt i produkter, med velkendte funktioner og former, og overføre disse til det nye design, skabes der genkendelighed for brugeren. "Genkendelsens glæde er ofte stor", som man siger, og i udviklingen af en lampe til børn, tror jeg på at denne tilgang vil have en god effekt.

Der vil i dette afsnit blive gennemgået mange af de samme emner, som i det tekniske afsnit, for at få form på funktionerne. Et af designparametrene handler om, at lampen skal være hyggelig. Ved at formgive lampen så den er rar at røre ved og samtidig har et "venligt" udtryk, vil dette understøtte opfattelsen af skabelsen af hygge.

Lampens skærm

Lampeskærmen er med til at skabe balance og en indbydende karakter til hele den samlede lampe. Lampeskærmen må ikke være for larmende i dets udseende, men samtidig skal den appellere til både små og store folkeskolebørn. Designet af lampeskærmen tager udgangspunkt i, at der skal bruges LED'er som lyskilde. Da disse er små, skabes der mulighed for at designe en lampe, som differentierer sig fra den lampe som blev implementeret i klassen på Grøndalsvængets Skole, samt fra andre kendte arbejdslamper med store runde lyspærer og dertil hørende fatninger og skærme.

Ved at bruge en tynd lyskilde som LED'er, giver det derfor friheden til at formsproget kan ændres fuldstændigt.

På inspirationsbillederne på side 62, kan der ses arbejdslamper med indbygget LED'er, hvor det fælles udtryk som går igen, er et meget tyndt look. I skolekonteksten vil disse designs være for skrøbelige, som formsproget også antyder i sin spinkle og minimalistisk fremtoning, hvor form og konstruktion er det samme.

Da associationer som spinkelt og skrøbeligt ikke er det eftertragtede udseende i dette lampe design, er det nødvendigt at arbejde med et formsprog på lampeskær-

men, som relaterer til designparametret om robusthed og holdbarhed.

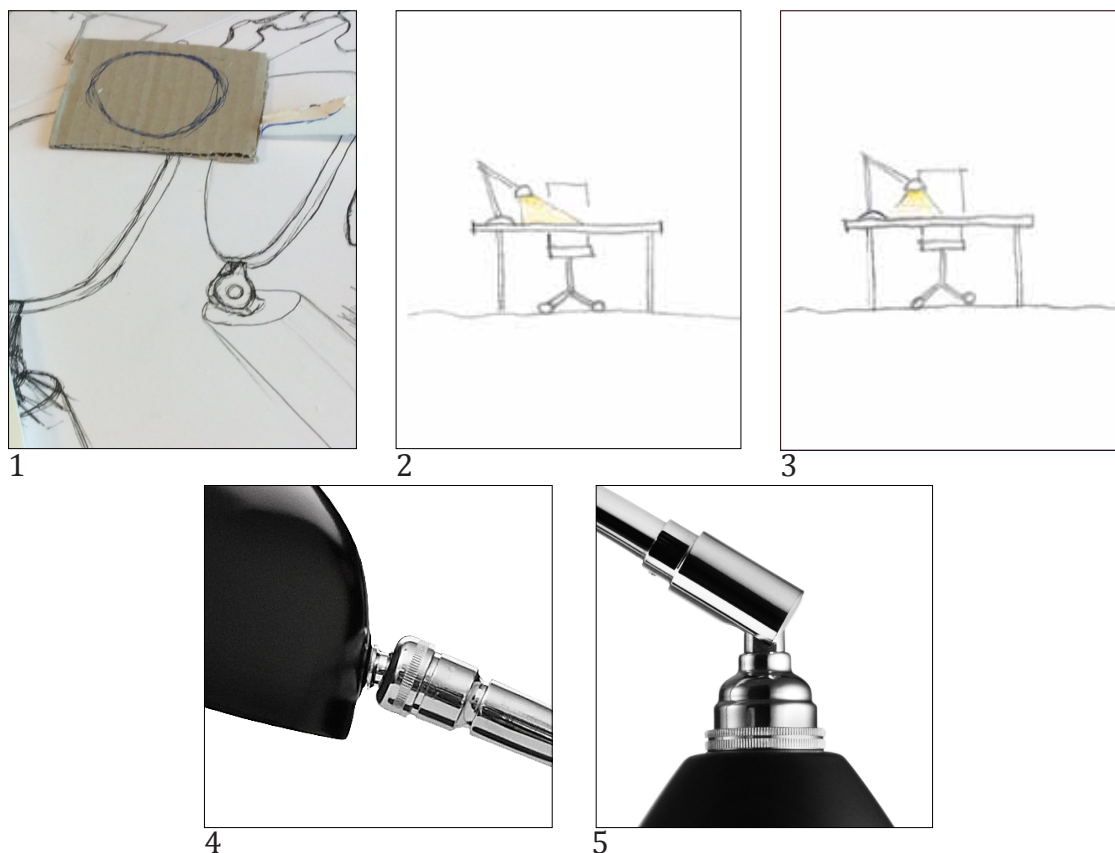
Lampeskærmen er en meget stor del af lampens udseende og processen bag udviklingen af formen er gået i mange retninger. Ved at give lampeskærmen en flad profil, med mere volumen end de lamper på inspirationsbillederne på side 62, er troværdigheden omkring lampens hårdførhed etableret. Den flade profil giver mulighed for at udvikle en skærm som ikke tager udsyn, men hvor lyskilden stadig kan integreres sikkert, og samtidig er der mulighed for at udvikle skærmen i dybten og på den måde sikre en god distribuering af lyset på arbejdsfladen.

I det tekniske afsnit "Lyskilde" er der blevet beregnet mængden af LED strip, der skal bruges for at opfylde designparametret om 500 lux på den nære arbejdsflade, som er 60 x 60 cm. For at kunne levere den mængde lys skal der bruges 30 cm LED strip, som kan deles op i stykker af 5 cm. Dette sætter yderligere nogle krav til hvor stor en flade lampeskærmen skal have, for at kunne rumme den mængde LED'er.

Udover at lampeskærmen skal være stor nok, til at kunne indeholde den rette mængde LED'er, som så kan projektere den ønskede mængde lys til arbejdsfladen, så skal skærmen ydermere udformes så der undgås blænding fra den. Da lampen skal give en direkte arbejdsbelysning, som modpol til det indirekte lys fra loftsbelysningen i klasselokalerne, løses dette ved at holde skærmens højde under synsfeltets niveau.

Ydermere skal lyset distribueres sådan, at der kommer meget lys i nærarbejdsfeltet og mindre længere væk. Lampen skal have en lysdistribution, som tager højde for at eleverne sidder to og to ved bordene og derfor skal lyset holde sig så meget som muligt inden, for den enkelt elevs nærearbejdsfelt, som er det eneste arbejdsfelt de har.

"Arbejdslamper med en asymmetrisk lysfordeling giver et bedre arbejdslys ved skriveborde og skærme end arbejdslamper, som udsender lyset symmetrisk." Se tegninger i figur 17. (BARkontor, 2014, s. 14)



Figur 17: 1. Skitse af designprocessen. 2. Asymmetrisk lysfordeling. 3. Symmetrisk lysfordeling (BARKontor; 2014, s. 15) 4-5. Lampe led/samlinger. (Gubi, 1930).

Samlingen mellem hoved og krop

For at skabe noget mobilitet i lampen er der blevet undersøgt mulighederne indenfor forskellige kugleled, samt andre samlinger der kan forbinde hoved med krop. Den valgte samling vil gøre det muligt, at justere lampens skærm og lys, efter behov. Overvejelserne omkring denne samling har handlet om balancen imellem den ergonomisk frihed og fleksibilitet, holdt op imod en bevidst skærpelse af frihed, for at begrænse evt. misbrug af lyset imod sidekammeraten.

Her er derfor valgt et kompromis, hvor denne samling gør det muligt at bevæge skærmen fra side til side, samt en sidebevægelse hvor skærm og samling kan bevæge sig cirkulært rundt om lampens krop, uden at være nødsaget til at flytte med hele lampen. I tillæg til disse bevægelser er det muligt at inkludere en bevægelse hvor skærmens højde kan ændres. Det er ikke taget med i det endelige design, da det er muligt at skrue op og ned for lysstyrken i stedet for.

Formgivning af batteri

Før det er muligt at designe kroppen af lampen er det nødvendigt at undersøge hvor meget batteriet fylder og hvilken form det skal have. I det tekniske afsnittet omkring batterier bliver der vist et eksempel på et batteri med 3000 mAh, som kan holde LED'erne med 10 timers strøm. Som nævnt tidligere vejer dette batteri 239g og har dimensionerne 137 x 45 x 18 mm. (Hoppyking, 2012)

Der skal tages højde for batteriets opbygning af celler, når batteriet skal formgives, for at den endelige form af batteriet bliver realistisk. Ved at tage udgangspunkt i to af batteriets sider og gange dem med hinanden, vil summen kunne divideres op i to nye tal, som sammen med den sidste dimension af batteriet giver en ny form, denne metode er blevet anbefalet af en Elektroingeniør.

For eksempel 137x45 er lig med 616,5 mm, det vil sige alle de tal som ganget med hinanden giver 616,5 mm fungerer i formgivningen af dette batteri. Det vil sige at både 176 x 35 mm og 205,5 x 3 mm og 246,6 x 25 mm alle giver 616,5 mm.



Figur 18: Viser på venstre billed de tre batteri størrelser, der blev undersøgt i det tekniske afsnit på side 69, hvor det i midten bliver valgt. Højre billede viser de udregnede og undersøgte batteri størrelser fra dette afsnit.

På baggrund af de udarbejdede modelbatterier som ses i figur 18, kan det vurderes at batteriet med dimensionerne 176 x 35 x 18 mm har den bedste størrelse. Fordi børn kan holde om den og dens størrelse bliver ikke for bred og klodset så lampens form herefter også bliver det.

Lampens krop

Lampekroppen er den mest centrale del af hele produktet, fordi denne del af lampen forbinder alle funktioner og dele. Her bliver der taget højde for batteriets størrelse og form, styresystemets funktion og pladsbehov, samt gør det muligt at forbinde lampen med både bordholder og oplader.

Lampekroppen er den del, der skal gribes omkring, når lampen skal flyttes fra bordholder til oplader og tilbage igen. Derfor skal den være god at holde på, ydermere skal den kunne tages op af både børn og voksne, og det skal være intuitivt at gribe efter den og flytte den fra et sted til et andet.

Lampekroppen skal designes med en balance mellem at være robust og se robust ud, som en af designparametrene siger. Det er en balance mellem at se ud til, at kunne holde til meget belastning, men samtidig ikke appellere til, at blive kastet med. På grund af batteriet får lampekroppen nogle større former og bliver derfor mere kompakt i dets formsprog, end de lampedesigns der ses i tiden.

Lampens formsprog skal simplificeres så meget som muligt, nærmest "neutraliseres" for ikke at skabe en masse opmærksomhed. Ydermere handler dette også om, at den skal appellere til en bred aldersgruppe og i denne sammenhæng er "less more". Lampen skal være et funktionelt element i klassen med et neutralt udtryk, som ikke tager udnødvendig opmærksomhed.

Lampens højde og størrelse bliver ydermere vurderet på baggrund af designparametrene, som handler om at lampen ikke skal tage udsyn og forårsage blænding, men skal levere 500 lux på arbejdsfladen. Ved at udvikle en lampe som holder sig under øjenhøjde og hvor lyset forbliver fokuseret på arbejdsfeltet kan alle disse overholdes.

Lampens holder

Lampeholderen skal være lampens "holdested", når den er i brug på bordet. Denne del af produktet har en praktisk og simpel funktion, som er at holde lampen fast til den valgte position. Ydermere skal holderen være nem at flytte til en ny position, da forskellige aktiviteter i klassen kan kræve dette.

Med udgangspunkt i de to omtalte løsningsforslag fra det tekniske afsnit, hhv. en magnet og en vakuum løsning, vil disse kunne styre designet af lampeholderen i to retninger. Som nævnt har vakuum løsningen brug for mere plads end magneterne, og dette får en afgørende factor i det endelige design.

For ud over at holderen skal fungere som "holdested" for lampen og samtidig skal være nem at flytte rundt med, har denne del af lampen ikke nødvendigvis nogle designmæssige værdier. I designprocessen bliver det tydeligt, at vakuum løsningens behov for plads i lampeholderen, tager meget opmærksomhed fra hele lampe designet. Ved at integrere magneter i holderen kan størrelsen på denne holdes nede og det bliver tydeligt, at med magnetløsningen behøves holderen ikke nødvendigvis at være en synlig del af lampe designet. Derfor bliver holderens formsprog designet på baggrund af lampekroppens indre form, så disse to passer til hinanden som yin og yang. Det vil sige at holderen vil blive skjult af lampekroppen, når de klikkes sammen.

For at holderen kan fæstnes til bordet vil der blive udviklet en magnet ring, som kan placeres under bordfladen, så der kan blive skabt et magnetfelt imellem de to poler, oppefra og ned.

Oplader

Ligesom lampeholderen kommer opladerens formsprog også til at afhænge af lampens tekniske indre, funktion og behov.

Den vigtigste del af opladerens formsprog, er at den skal udformes så den fungerer som et klassesæt. Hvilket betyder at flere opladere vil blive forbundet for at spare strømstik, samt for at undgå at enkelte opladere skal stå over det hele i klassen.

Ved at skabe en fælles ladestation bliver der på denne måde, skabt et fælles sted i klassen for alle lamperne. Hvilket åbner op for at designe et system, som kan give mere værdi til klasselokalet, end at være en "død" oplader til lamperne. Dette kan for eksempel gøres ved at samle alle opladere til en stor, og hænge den op på væggen. På denne måde kan den fungere som et lille stykke brugerdrevet "installationsdesign". Med tanke på at eleverne har forskellige farvede lamper, vil mønstret kunne ændre sig fra hver gang, de henter lampen fra laderen og sætter den op igen på en ny plads.

Udformningen af ladestationen handler om at skabe ro, og ikke optage en masse horisontal plads, samt at lave noget som er både sjovt og anderledes for eleverne.

Ejerskab

Udover teknik og formsprog er det vigtigt at lampen bliver integreret godt i klassen og at dens funktion og brug bliver forstået. Under udviklingen af lampen er alle delene af lampen blevet udviklet med hovedformålet om at være intuitive.

Det sidste vigtige skridt er begrebet og følelsen ejerskab, som skal være en del af lampedesignet.

På trods af mange fysiske tiltag for at få lampen til at passe til undervisningsmiljøet, er der en grænse for hvor meget der kan gøres. Ud fra besøget på Grøndalsvængets Skole vurderes det at lampen vil stå meget stærkere, hvis overleveringen af lampen til eleven bliver gjort til noget særligt og samtidig formidler et budskab om ansvar, ejerskab, tillid og fælles strategi og mål for det fælles læringsmiljø.

Derfor er det vigtigt er der bliver skabt en forandringsproces med overleveringen, som kan være med til at skabe en adfærdsændringen, som får hver elev til at tage ansvar for sine omgivelser og hjælpe til med at passe på dem. For at skabe sådan en adfærdsændring handler det om, at have en forandringsproces hvor det er muligt på en positiv og sjov måde, at få børnene til at føle sig stolte, inkluderet og som vigtige medspiller i skabe bedre omgivelser for dem selv, samt bibeholde disse omgivelser. Lampen vil i denne proces være midlet, som bliver overrakt med en forventning og en tillid om, at eleverne hver især kan løfte opgaven om at passe på denne lampe. Lampen skal gives fra ny af til hver elev når de start i skole og skal udføres som en ceremoni hvor elevens navn bliver råbt op og får overrakt en lampe med nummer på, som bliver skrevet op i en bog med elevens navn ud fra.

Iden om ejerskab er også et tiltag som bliver udført under forsøget på Grøndalsvængets Skole, hvor eleverne hver især skal dekorere deres egen lampe for at føle ejerskab over for den.

Men lamperne går hurtigt i stykker og bliver taget ned, det behøves ikke at have noget at gøre med metoden, det formodes at det er fordi lamperne ikke passede til læringsmiljøet. Men tiltaget om at give børnene lov til at male på lamperne, sender et signal om at det er okay at male på møblerne. Ydermere får dette tiltag lokalet og helhedsindtrykket til at se mere rodet ud og lamperne som ellers var helt nye, til at se brugte og tarvelige ud.

Derfor handler denne form for ejerskab om tillid til eleven, også om at læren viser vejen for det fælles mål, hvilket er at forstå hvorfor det er vigtigt at have en arbejdslampe og god belysning i læringsmiljøet. Derfor vil der være en QR-kode i bunden af lampen, som vil henvise til en hjemmeside, som vil lære eleverne om lys og give dem nogle opgaver de kan løse i samarbejde med lampen. Så de på denne måde

forstår at bruge lampen, samt at der bliver sat fokus på lyset og lampens formål. Sådan en hjemmeside kunne laves i samarbejde mellem Dansk Center for lys og Undervisningsministeriet, for at skabe mere opmærksomhed omkring emnet. (Svanbor, 2014) (Ullersted, 2015)

Lampens design og egenskaber

Endelige design

I dette afsnit vil det endelige lampe design blive gennemgået, fra lampens funktioner og materialer, til dimensioner og implementering af lampen i miljø. Ydermere vil der blive lavet en sammenligning og vurdering af lyset og læringsmiljøet før og efter implementering af bordlampen.



Figur 19: Viser det endelige lampe design med lys i.

Lampens egenskaber

Lyset

- LED strip; - 300 x 8 mm
- Ra-værdi på 90
- farvetemperaturer som kan justeres fra 2700 k til 6500 k.
- justerbar intensitet, med mulighed for at levere 500 lux
- asymmetrisk lysdistribution

Styring:

- to separate sliders
- en vil styre lysintensiteten, samt tænd og sluk funktionen.
- en vil styre farvetemperaturende fra varm til kold hvid

Strøm:

- et 3000mAh lithium-ion batteri, som kan holde strøm i 10 timer
- trådløs opladning, et automatisk intelligent system som slår fra når ladningen af batteriet er fuldført.

Holder:

- Magnetholder, nem at ændre position på.
- Magnetskjold

Materialer:

- Arboform - "flydende træ" (Den kan fåes i grøn, gul, rød, blå, sort og hvid)
- Hardware til styresystem, oplader.

Brug af lampen:

Hovedfunktion; når smartboardet er i brug og der er behov for at lukke dagslyset ude og slukke for generelbelysningen.

Sekundærfunktion; vinterperioder hvor der ikke kommer så meget dagslys ind i klassen.

Lampen kan også fungere som et ekstre støttende lyslag, eller som primær belysning hvor loftslyset kan tages fra.

- Da lampen er bærbar, er det muligt at tage den med til gruppearbejde væk fra klassen, eller til alene tid i en krog hvor eleven har lyst til at fordybe sig i ro.

Lampe design

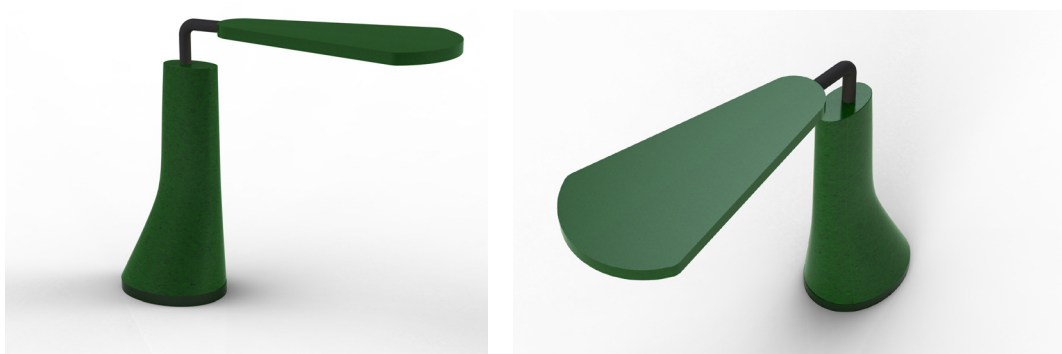
Her er en kort præsentation af lampens endelige design, som er udviklet på baggrund af de forgående undersøgelser og beslutningsprocesser og designparametre.

Skærmen på lampen har fået en smalt udtryk, på trods af ekstra volumen. Skærmen har plads til LED strippen på 30 cm, hvis denne bliver delt op i mindre del af 5 cm. Disse vil blive placeret i en halvbue som følger lampehoveds form.

Lampens krop er designet med former, så den kan indeholde det valgte batteri, og samtidig er god at hold om. Ydermere er der givet plads i bunden af lampens krop til lysets styresystem. På siden af kroppen vil to meget små sliders blive placeret, som hver styre intensitet og farvetemperaturer.

Ydermere giver den stor bund på lampen mulighed for, at holderen kan forsvinde op under den, når lampe og holder bliver forbundet til hinanden.

Magnetløsningen er valgt til at fæstne holderen til bordet, fordi denne løsning kræver mindre plads end vakuum løsningen og derfor er det muligt at lave holderen til et skjult element. I designprocessen erfares det at holderen bliver et for dominerende element, og at det derfor giver mere balance at skjule denne del.

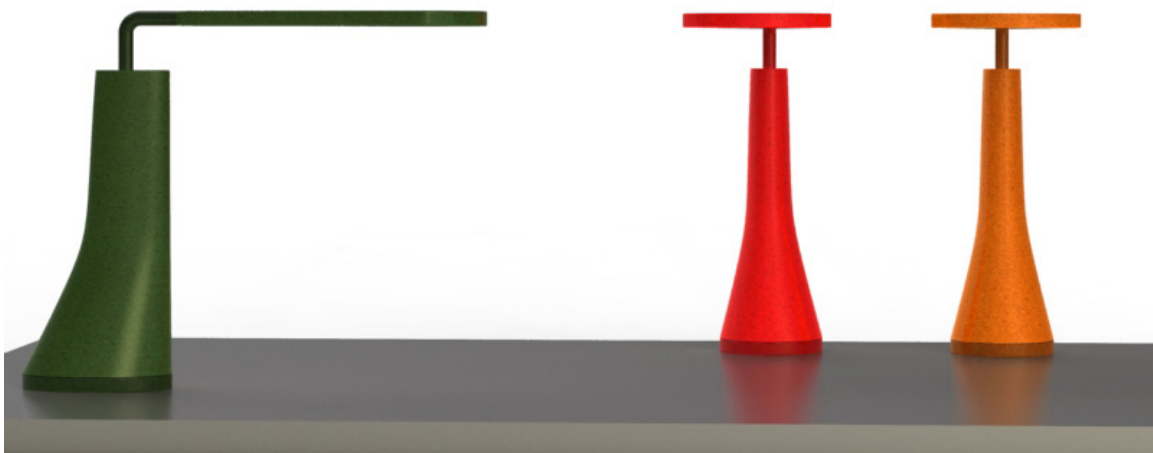


Figur 20: Viser hvordan lampen ser ud fra forskellige vinkler.

Visualisering af lampen



Figur 21: Viser hvordan lampen ser ud oppe i lampe kroppen.



Figur 22: Viser lampen i tre forskellige farver. Det endelige materiale som blev valgt til lampen, er det bioned-brydelige naturmateriale, Arboform, da det er velegnet til formålet.

Visualisering af oplader



Figur 23: Viser en visualisering af opladeren som er placeret på væggen i en højde hvor børnene selv kan gå hend og sætte deres lampe i oplader og hente den igen. Opladeren har trådløs opladning, så det er så sikkert for børnene som muligt.

Visualisering af lokale 45



Figur 24: Visualiseringen øverst viser klasselokalets belysning som det er i dag, hvor et helt monotomt og jævnt lys er fordelt i hele lokalet. På visualiseringen i bunden kan det ses på bordene hvordan lamperne skaber et mere varieret lysmiljø med sin direkte belysning.

Visualisering af lokale 45



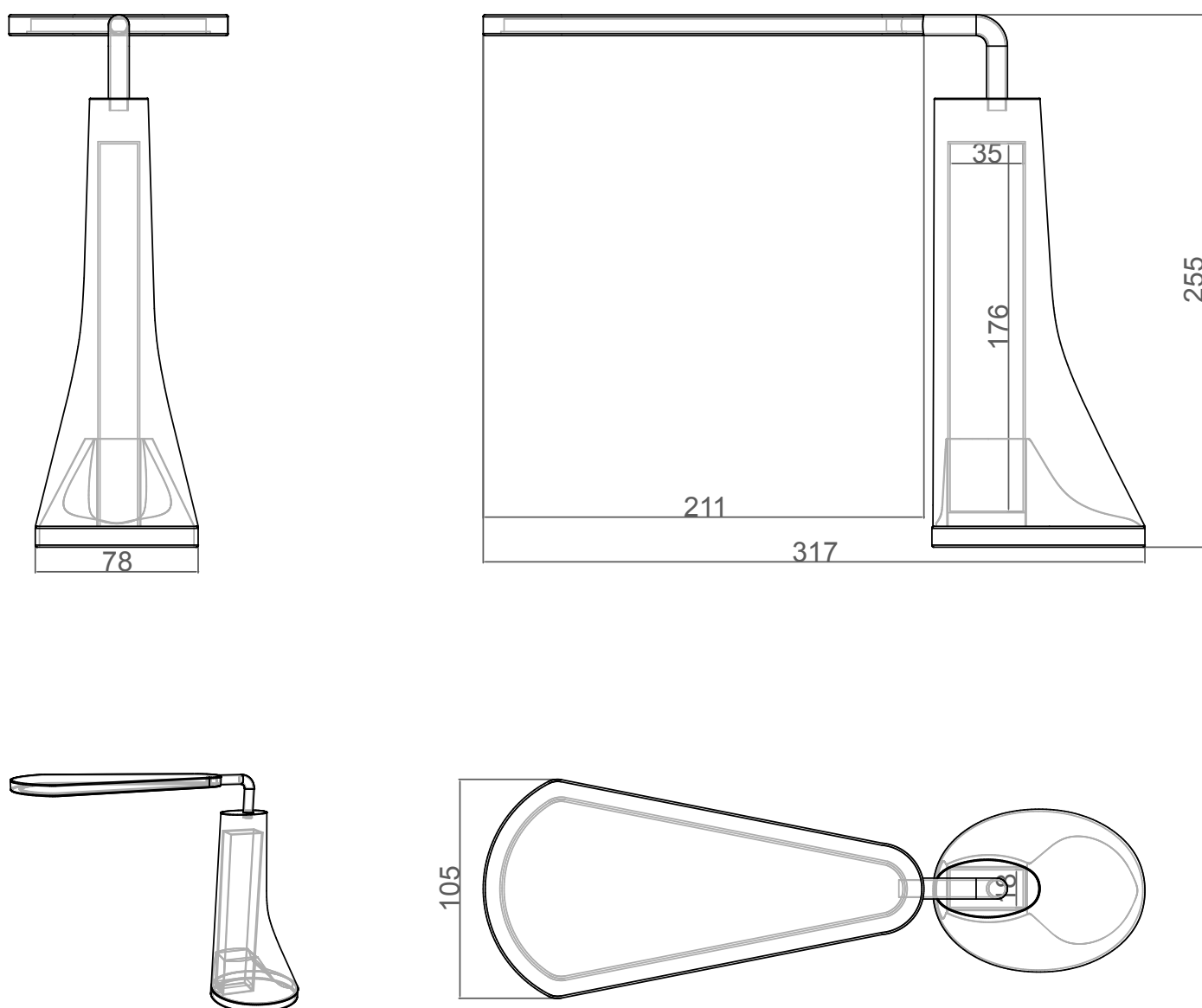
Figur 25: Viser en rendering af hvor mørkt klassen er når dagslyset er lukket ude, samt hvilken effekt det har at bordlamperne er placeret rundt omkring på bordene. Forstil dig at lamperne ikke var der, men det kun var smartboardet i baggrunden som leverede lys til alle.

visualisering af lokal 45



Figur 26: Viser en visualisering af klasselokalet med de implementerede bordlamper.

Arbejdstegning



Figur 27: Viser en arbejdstegning af den endelige lampe.

Diskussion

Hvis designproces kunne startes forfra, ville en anden fremgangs måde være blevet valgt. En praktisk fremgangsmåde med udgangspunkt i lyset. Det virker så simpelt og logisk nu, men det har det ikke været. Produktudvikleren i mig, har haft større styring i denne opgave, grundet mere erfaring, end lysdesigneren.

Nu giver det mening at lyset skulle have været den styrende faktor i dette projekt. LED'erne skulle købes meget tidligere i processen, så disse kunne bruges til undersøgelser og teste lyset på en mere nær og praktisk måde. Undersøgelser om hvordan lyset falder ved forskellige højder, og hvor meget lys der kommer på arbejdsfladen, kunne være blevet fortaget. Samt hvilken form LED'erne skal placeres i, for at give det lys der ønskes til arbejdsfeltet.

Ydermere ville jeg have undersøgt meget mere om de optiske egenskaber og hvilke effekter disse kan have på lyset.

Der er blevet arbejdet med lyset på mange andre områder igennem opgaven, så der ligger stadig en god forståelse af, hvilket lys lampen skal give til arbejdsfladen og hvilke behov der er for lampen. Men med denne ekstra dimension af arbejdet med lyset, ville produktet føles mere helstøbt. Men om resultatet var blevet et andet, har jeg svært ved at svare på. Men det havde måske givet en anden opgave og proces, som måske havde været endnu mere lysorienteret.

Observationerne og interviewene på Grøndalsvængets Skole gav rigtig meget materiale til designudviklingen, selvom besøget på skolen var ret kort og intenst. Men der var meget af materialet der måtte forkastes, fordi de forskellige opgaver blev udført alt for forhastet, og derfor ikke havde nok substans, til at det ville være rimeligt at bruge resultaterne til nogen endelige konklusioner.

Derfor ville det have været godt at kunne bruge noget mere tid og have observeret børnene noget mere over en længere periode. Dette ville have givet muligheden for at observere nogle andre oplevelser på skolen, som jeg ikke så i den korte periode. Ydermere ville det have været værdifuldt, at have besøgt en anden skole, ud over Grøndalsvængets Skole, for at have haft et sammenligningsgrundlag eller et andet reference punkt. Dette kunne have været brugt til understøtte eller argumentere imod nogle af de beslutninger der er taget omkring lampen. Ved at have indhentet flere perspektiver, ud over Grøndalsvængets Skole ville der være en højre sikring for, at lampen bliver designet som et universelt produkt og ikke kun specifikt til en skole.

Ydermere kan det diskuteres om beslutningen om et individuelt styresystem er det rigtige til folkeskolen. Måske vil de forskellige lys indstillinger, fra de forskellige

lamper være mere forstyrrende for alle, i stedet for at gavne den enkelte. Intentionen er selvfølgelig at lyset skal gavn hver enkelt elev, men da det ikke er lavet tests i praksis, er det svært at vide helt præcist hvordan det føles. Men håbet og troen er, at fordi hver elev har en lampen i sit eget nærrområde, da vil dette overskygge de andre elevers lys.

Konklusion

Dette projekt startede med en hypotese om, at ved at designe en arbejdslampe til folkeskoleelever, vil denne ved implementering kunne understøtte læringen og være med til at hjælpe eleverne til at fokusere og koncentrere sig bedre. Igennem projektets udvikling er der blevet dannet et tydeligere billed af, at denne hypotese er sand. Lampen vil være med til at forbedre lærings- og lysmiljøet i klasselokalet. Det gjorde den tidligere bordlampe fra forsøget også, men der hvor den nye lampe differentierer sig fra den tidligere lampe og andre arbejdslamper, er udgangspunktet i konteksten.

Som problemformuleringen siger, Hvordan kan en skrivebordslampe designes, som fungerer i et fleksibelt klasselokale, og samtidig forbedre lærings- og lysmiljøet for eleverne?

Med afsæt i den indhentede viden fra både case studiet og afsnittet om lys og læring, hvor mange forskellige emner er blevet undersøgt. Har det på baggrund af dette været muligt at opstille 13 designparametre som arbejdslampen skulle designes ud fra, og med dette som rettesnor, har det været muligt at løse disse krav og problematikker igennem tekniske eller formmæssige designløsninger.

Den vigtigste faktor har været at skabe en lampe, som kan være med til at give den enkelte elev det bedste lysmiljø som muligt. Da dette miljø ikke er oversat til en håndgribelig eller velkendt værdi, er der blevet taget afsæt i videnskabelige artikler som har undersøgt og beskrevet, hvordan mennesker har forskellige præferencer for lyset. Med udgangspunkt i dette, samt observationerne fra case studiet, blev det tydeligt, at belysningsforholdene i klassen ikke var lige gode over det hele. Derfor var den oplagte løsning på dette, at give eleverne hver deres individuelle arbejdslampe med justerbare lysintensitet og farvetemperaturer. For at opfylde kravet om fleksibilitet bliver lampen ydermere udviklet med et batteri, for på denne måde at opnå den højst mulige fleksibilitet til lampen. Med disse to primære funktioner inddraget i lampen, er det nu muligt for den enkelt elev at skabe det lysmiljø omkring sig selv, som denne har behov for.

Fremtidsperspektiver

Fremtidsperspektivet for lampen er at få lavet en prototype, som kan blive implementeret i læringsmiljøet og her igennem blive testet af de børn, som den er blevet udviklet til.

Sådan en test skal vise om lampen forbedre lærings- og lysmiljøet, både i de lokaler fra case studiet, som lampen er designet ud fra, men ydermere vil det også være interessant at undersøge om lampen kan fungere på andre folkeskoler. Det vil være interessant at erfare, om de designparametre og problematikker der er taget afsæt i, er "universel" eller om andre folkeskoler har helt andre problemer i deres lys og læringsmiljøer.

Lysets distribution skal undersøges og testes, om det falder på bordfladen som forventet og om det er afgrænset til den enkelte elevs arbejdsflade, eller om lyset er til gene for de elever, som sidder ved siden af den.

Ydermere mere vil det være interessant at finde ud af, flere steder hvor der er et behov for lampen. I denne opgave har det handlet meget om manglen på lyset, når smartboardet har været i brug. Men som det også er blevet nævnt, er lysets kvalitet forskelligt i klasselokalet, specielt med øje for de pladser som er placeret længst inde i klasse og væk fra vinduerne. Disse pladser er primært belyst med generelbelysningen, og hvis denne ikke kan levere kvalitets lys, sidder elever i et lysmiljø som ikke understøtter dem på bedste vis.

Der vil også være et behov for at test de valgte magneter, for at være sikker på at disse ikke kan være til fare på nogen måde, både i forhold til at børnene kan finde på at lege med dem. Men også at de måske kan have en indvirkning på andre tekniske apparater eller lampens batteri. Ydermere skal der også tjekkes op på eventuelle problematikker omkring batteriet og om det overtræder brandregler for hvad der må stå fremme i klasserne.

Til sidst vil det være interessant at se om processen omkring ejerskab, vil have en positiv effekt i praksis. Kan der ændres adfærd, er der åbenhed overfor at give ansvaret til eleverne? Er det muligt at give dem denne opgave og vil de løfte den, som det forventes? Hvis de gør, vil det så kunne ses på lampen og dens holdbarhed i læringsmiljøet?

Litteraturliste og bilag

Litteraturliste

Bog

Kristensen, L. S., Traberg-Borup, S., Petersen, E., & Johnsen, K. (2004). *Lyset i skolen: Effektiv belysning med høj dagslysudnyttelse*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, SBI. (By og Byg Resultater; Nr. 031).

Henvisning (Kristensen et. al, 2004)

Walden R. (Ed.) (2005). *Schools for the Future, Design Proposals from Architectural Psychology* (1. udg)

Koblenz, Germany: © Springer Fachmedien Wiesbaden 2015

Henvisning: (Walden, 2015)

Artikel

BAR - Branche Arbejds miljø Rådene (27. oktober 2015) *Case. Erfaringer med lamper til hver elev.*

Besøgt (Dato 08.05.2016) på http://www.indeklimaportalen.dk/indeklima/lys/indirekte_lys/case_elever_egne_lamper

Henvisning:(Case, 2015)

BAR - Branche Arbejds miljø Rådene (27. oktober 2015) *Råd og regler om lysdesign i store rum*

Besøgt (Dato 08.05.2016) på http://www.indeklimaportalen.dk/indeklima/lys/indirekte_lys/raad_og_regler_lysdesign

Henvisning: (Råd og regler, 2015)

Boyse, P. (2015) *Human centric Lighting - Modetænder eller gennembrud*

Dansk Center for Lys - magasinet 'Lys' nr. 4 i 2015

Henvisning: (Boyse, 2015)

Brix, L. (14. januar 2014) *Hvordan får jeg batterier til at holde længst muligt?* Videnskab dk

Besøgt (Dato 09.05.2016)

<http://videnskab.dk/sporg-videnskab/hvordan-far-jeg-batterier-til-holde-laengst-muligt>

Henvisning: (Brix, 2014)

DR. IR. M.B.C. (Myriam) ARIES, IR. M.P.J. (Marielle) Aarts Building Lighting Group, University of Technology Eindhoven Holland, oversat af Anne Bay (2015) *'Dagslys og Produktivitet i skoler og på arbejdspladser'*, udgivet i LYS medlemsblad for Dansk Center for Lys. Nr 4.

Henvisning: (M.B.C and M.P.J, 2015)

Litteraturliste

Dunn, R. and Beaudry, J. S. and Klavas, A. (spring, 2002) *Survey of Research on Learning Styles*, California journal of science education – What we know about how people learn' Volume II, Issue 2, California Science Teachers Association
Henvisning: (Dunn, Beaudry, Klavas, 2002)

Dunn, R. and Krinsky, J. S. and Murray, J. B. and Quinn, P. J. (May, 1985) *Light up Their Lives: A Review of Research on the Effects of Lighting on Children's Achievement and Behavior*, The Reading Teacher, Vol. 38, No. 9 (May, 1985), Published by: Wiley
URL: <http://www.jstor.org/stable/20198961>
Henvisning: (Dunn, Krinsky, Murray, Quinn, 1985)

Kuuskorpi, M. and N. Cabellos González (2011), "*The Future of the Physical Learning Environment: School Facilities that Support the User*", CELE Exchange, Centre for Effective Learning Environments, 2011/11, OECD Publishing.
<http://dx.doi.org/10.1787/5kg0lkz2d9f2-en>
Henvisning: (Kuuskorpi og González, 2011)

Professor Bommel, WJM van. Ir and Beld, GJ van den. Ir (17 February 2004), *Lighting for work: a review of visual and biological effects*.
Philips Lighting, Eindhoven, the Netherlands
The Trotter Patterson memorial lecture presented to the Society of Light and Lighting, London,
Henvisning: (Bommel and Beld, 2004)

Sleeger, P.J.C and Moolenaar, N.M and Galetzka, M. and Pruyn, A. (2011) *Lighting affects students' concentration positively: Findings from three Dutch studies*, Society of Light and Lighting
Henvisning: (Sleeger, Moolenaar, Galetzka, Pruyn (2011))

Svanbor, N. (SEPTEMBER 19, 2014) *Forandringsprocesser*, ALT OM LEDELSE - ONLINEMAGASIN OM LEDELSE
Besøgt (Dato 09.05.2016) på <http://altomledelse.dk/forandringsprocesser/#forandringsprocesser-med-effekt>
Henvisning: (Svanbor, 2014)

Ullersted, M. (26. marts 2015) *Få andre til at tænde på dine idéer: skab involvering og ejerskab*, DGI Foreningsledelse
Besøgt (Dato 09.05.2016) på <https://www.dgi.dk/foreningsledelse/artikler/faa-andre-til-at-taende-paa-dine-id%C3%A9er-skab-involvering-og-ejerskab>
Henvisning: (Ullersted, 2015)

Litteraturliste

Web

Aalborg Universitet (2014) THE MSC PROGRAMME
Besøgt (16.05.2016) på <http://www.light.aau.dk/msc-education/>
Henvisning: (light, 2014)

Adafruit, (2016), *Inductive Charging*
Besøgt (Dato 12.05.2016) på <https://www.adafruit.com/product/1407>
Henvisning: (Adafruit, 2016)

Auken Beck, S (26.02.2009) FLYDENDE TRÆ ER DEN NYE PLAST, Træ.dk
Besøgt (Dato 12.05.2016) på <http://www.trae.dk/artikel/ps-flydende-trae-er-den-nye-plast/>
Henvisning: (Auken Beck, 2009)

Barrett. B. (11.12.15.) *Wireless Charging Is Still a Mess, But It Won't Be Forever*, Wired
Besøgt (Dato 12.05.2016) på <http://www.wired.com/2015/11/wireless-charging-airfuel-resence-qi-wpc/>
Henvisning: (Barrett, 2015)

Batteriforeningen (2014) *Gode råd om batterier/ Generelt om batteriet*
Besøgt (dato 16.03.2016) på <http://www.batteri.dk/hotel/batteri/webpages.nsf/docs/6f31fa973bdb8e8bc12566600041824e>
Henvisning: (Batteriforeningen, 2014)

Byens ejendomme - Videnscenter for byudvikling (25. marts 2015) *SKOLER FOR 5 MILLIARDER I KØBENHAVN - NYBYGGERI, OMDANNELSE OG UDFORMNING*.
Besøgt (Dato 08.05.2016) på <http://byensejendom.dk/conference/skoler-for-5-milliarder-i-kobenhavn---nybyggeri-omdannelse-og-udformning-618>
Henvisning: (Byens, 2015)

Bosch, R. (02. februar 2016) *TEMA: Design, fusioner og skoleudvikling*, Undervisning og forskning
Besøgt (Dato 08.05.2016) på <http://www.godtskolebyggeri.dk/inspiration/tema-skolen-i-udvikling>
Henvisning: (Bosch, 2016)

Dansk Standard (04.04.2016) *Belysningsstandarden skal revideres*, Dansk Standard
Besøgt (Dato 01.05.2016) på <http://www.ds.dk/da/nyhedsarkiv/2014/6/revision->

Litteraturliste

af-standarden-ds-700-lys-og-belysning

Henvisning: (Dansk, 2016)

Das, A. S. (2014) *Mount Anything Anywhere -Neutron A and Neutron S*

Besøgt (Dato 12.05.2016) på <https://www.kickstarter.com/projects/1893116150/mount-anything-anywhere-neutron-a-and-neutron-s/description>

Henvisning: (Das, 2014)

Datamarked, (2016), *Hvad er levetiden for et nyt batteri?*

Besøgt (Dato 11.05.2016) på <http://www.datamarked.dk/839/>

Henvisning: (Datamarked, 2016)

Grøndalsvængets Skole, (2016) En skole i Københavns kommune

Besøgt (20.04.2016) på <http://gvs.skoleporten.dk/sp/102648/sbi>

Henvisning: (gsv, 2016)

Doud, A. (October 26, 2015) *The ups and downs of wireless charging*, Pocketnow

Besøgt (Dato 12.05.2016) på <http://pocketnow.com/2015/10/26/ups-and-downs-wireless-charging>

Henvisning: (Doud, 2015)

Enevold, S. & Brix, L. & Carlsen, L. U. & Løvholt, K. + plan c partnere (2013)

Bæredygtig renovation, idéer og metoder: Plan C.

Besøgt d. 14/02/2016

på http://www.plan-c.dk/files/database/database16/PlanCProduktkatalog_vers.2_samlet.pdf

Henvisning: (Enevold et. al.,2011)

GNB industrial power, *Levetidsfaktorer*

Besøgt (Dato 09.05.2016)

[http://www.gnb-nordic.com/fileadmin/Arkiv/Dokumenter/Vaerd-at-vide/GNBBatterividen\(DK\).pdf](http://www.gnb-nordic.com/fileadmin/Arkiv/Dokumenter/Vaerd-at-vide/GNBBatterividen(DK).pdf)

Henvisning: (GNB, 2016)

Leiva-Gomez, M. (27th Jan 2015) *Everything You Need to Know About Wireless Charging*, maketecheasier

Besøgt (Dato 12.05.2016) på <https://www.maketecheasier.com/everything-about-wireless-charging/>

Henvisning: (Leiva-Gomez, 2015)

Litteraturliste

Lighting Services, (Tuesday 5th May, 2015) *LIGHTING & HUMAN BIOLOGICAL BEHAVIOUR*

Besøgt (Dato 09.04.2016) på <http://www.lightingservices.com/lighting-human-biological-behaviour>

Henvisning: (Lighting, 2015)

Lithium-ion (Li-ion) (2014) *Genopladelige batterier*

Besøgt (Dato 06.05.2016) på <http://195.69.129.26/webshop/documents/dc73e7c318214493b7de924605008117/FAQ-Lithium-ion.htm>

Henvisning: (Lithium-ion, 2014)

Logadóttir, À. (18. marts 2011) *Hvilket lys foretrækker du?* Statens Byggeforskningssinstitutt, Aalborg Universitet.

Besøgt (Date 10.04.2016) på http://www.elforsk.dk/elforskProjects/340-036/340-036_Artikel,%20hvilket%20lys%20foretr%C3%A6kker%20du.pdf

Henvisning: (Logadóttir, 2011)

Lykkegaard A M. (18. apr 2015) *Forbedring af batterier er et langt, sejt træk*, Ingeniøren

Besøgt (Dato 11.05.2016) på <https://ing.dk/artikel/forbedring-af-batterier-er-et-langt-sejt-traek-175469>

Henvisning: (Lykkegaard, 2015)

Maher, R. (October 22nd, 2013) *'Wood' Plastic: Could Arboform be the Future of Thermoplastics?* Solidsmack

Besøgt (Dato 12.05.2016) på <http://www.solidsmack.com/fabrication/wood-plastic-could-arboform-be-the-future-of-thermoplastics/>

Henvisning: (Maher, 2013)

Ministeriet for børn, undervisning og ligestilling. (12.02.2016) *Kort om folkeskolen.*

Besøgt (20.04.2016) på <https://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Folkeskolens-maal-love-og-regler/Om-folkeskolen-og-folkeskolen-formaal/Kort-om-folkeskolen>

Henvisning: (uvm, 2016)

Olsen, M. (20. august 2013) *En masse spørgsmål om magneter*, Niels Bohr instituttet

Besøgt (Dato 12.05.2016) på http://www.nbi.ku.dk/spoerg_om_fysik/fysik/magneter/

Henvisning: (Olsen, 2013)

Litteraturliste

Plan C (2013). *Dagslysstyret LED-belysning*. Plan C - Energi renovering. Besøgt (14/02/2016.) på <http://www.plan-c.dk/Forsoegsprojekter/Dagslysstyret-LED-belysning/>.

Henvisning: (Plan C, 2013)

Plan C (2011). *Om Plan C*. Plan C - Energi renovering. Besøgt (14/02/2016.) på <http://www.plan-c.dk/OmPlanC/>

Henvisning: (Plan C, 2011)

Radioactive Legos (2015) *Step 2: The Battery, Lithium Polymer Etiquette: A Comprehensive Guide to Working with LiPo*

Besøgt (Dato 12.05.2016) på <http://www.instructables.com/id/Lithium-Polymer-Etiquette/step9/Usage/>

Henvisning: (Radioactive Legos, 2015)

Rosengreen, L. (Maj 2015) *Skolen (Faktalink light)*, Faktalink - et tilbud fra bibliotek og skole.

Besøgt (20.04.2016) på <http://www.faktalink.dk/titelliste/skolen-faktalink-light/hele-artiklen-om-skolen>

Henvisning: (Resengreen, 2015)

Sea Sucker (2016) *The Mount og 4 1/2" - LP Housing*

Besøgt (Dato 12.05.2016) på <https://www.seasucker.com/the-mount/>

Henvisning: (sea, 2016)

Smith, M. (17 May, 2010) *Do You Need To Protect Your Computer From Magnets?* Makeuseof

Besøgt (Dato 12.05.2016) på <http://www.makeuseof.com/tag/do-you-need-to-protect-your-computer-from-magnets/>

Henvisning: (Smith, 2010)

SoeHvi (06/01/2015) *Plast, Den store danske*

Besøgt (Dato 12.05.2016) på http://denstoredanske.dk/It_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Kunststoffer_polymerkemi_plast_og_gummi/plast

Henvisning: (SoeHvi, 2015)

Thrane, C. (Torsdag 21 aug. 2008) *Der er 200 skoledage på et skoleår*, Avisen DK

Besøgt (Dato 11.05.2016) på http://www.avisen.dk/blogs/cthrane/der-er-200-skoledage-paa-et-skoleaar_17234.aspx

Henvisning: (Thrane, 2008)

Litteraturliste

Walerczyk, S. (oktober 08, 2014) A LOOK AT HUMAN CENTRIC LIGHTING: PART 1
Besøgt (Dato 06.03.2016) på <http://www.tedmag.com/News/features/A-Look-at-Human-Centric-Lighting--Part-1.aspx?WebsiteKey=6c6d6989-a041-4562-90ef-4914ea79edbd>

Henvisning: (Walerczyk, 2014)

Woodford, C. (March 17, 2016.) *Electricity transformers*, Explainthatstuff
Besøgt (Dato 11.05.2016) på <http://www.explainthatstuff.com/transformers.html>

Henvisning: (Woodford, 2016)

Standard

DS 700 6. udgave (2005.06.17) *Kunstig belysning i arbejdslokaler*

Henvisning (DS 700, 2005)

DS/EN 12464-1 2. udgave (2011.06.24)

Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser. Del 1: Indendørs arbejdspladser

København: Dansk Standard

Henvisning (DS/EN 12464-1, 2011)

DS 3033 1. udgave (2011.05.23)

Frivillig klassificering af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer.

København: Dansk Standard

Henvisning: (DS 3033, 2011)

Fostervold, K. I. og Matusiak, B. og Forberg, L-F. og Bjørke, C. W. og Mizda, R. og
Kvassheim, M. og Lillelien, E. og Husby, T. (Januar 2015) *Lys i læringsmiljø - Lyskul-*
tur publikasjon nr. 20

Henvisning: (Fostervold et. al. (2015))

Rapport

BAR-kontor (2014) *"Godt lys på kontoret"*, 2. udgave, 2. oplag 2014

Besøgt (Dato 25. 05.2016) på http://medarbejdere.au.dk/fileadmin/www.medarbejdere.au.dk/hr/Arbejdsmiljoe/Fysisk_Arbejdsmiljoe/Godt-lys_BAR-kontor.pdf

Henvisning: (BAR-kontor, 2014)

Litteraturliste

Behrens, K. (7. november 2010) *Alder ved skolestart i børnehaveklasse*, UNI•C Statistik & Analyse

Henvisning: (Behrens, 2010)

EFG Education - *Et skolemiljø der er inspirerer og motiverer*

Henvisning: (EFG, 2016)

Korsnes, S. B. (2013). *Dagslysstyret LED-belysning*. Plan C - Energi renovering.

Besøgt (14/02/2016) på <http://www.plan-c.dk/Forsoegsprojekter/Dagslysstyret-LED-belysning/>.

Henvisning: (Korsnes, 2013)

Otrell-Cass, K., Harter, C. D., & Agerbo, J. N. (2015). *Læringsmiljøer: NyNaturfag - Fremtidens Naturfagslokale* -

Projektrapport. Aalborg: Aalborg Universitet. Institut for Læring og Filosofi.

Henvisning: (Otrell-Cass et. al., 2015)

Roien, M. G. (2012) *Skoler og lys*. København: DTU rapport .

Henvisning: (Roien, M. G., 2012)

Zumtobel og Fraunhofer IAO (2014) Zumtobel tunableWhite-teknologi (cap 4.)

Besøgt (Date 10.04.2016) på http://www.zumtobel.com/PDB/Ressource/teaser/da/Highlights_2014_autumn.pdf

Henvisning: (Zumtobel og Fraunhofer IAO (2014))

Youtube / TEDtalk

Giler, E. (Jul 2009) *A demo of wireless electricity*, TEDGlobal

Besøgt (Dato 12.05.2016) på http://www.ted.com/talks/eric_giler_demos_wireless_electricity#

Henvisning: (Giler, 2009)

Lighting For People (12. maj 2015) *Human Centric Lighting: An Overview*

Besøgt (Dato 06.03.2016) på <https://www.youtube.com/watch?v=3l9etUQMCAo>

Henvisning: (Lighting for People, 2015)

Produkt billeder

In-light (2016) Lady7

Besøgt (Dato 23.05.2016)

Litteraturliste

http://in-light.dk/koncept_teknik/Lady_7_bord.pdf

http://in-light.dk/KONCEPT_MANUALER/Lady7_Desk_manual.pdf

Henvisning: (In-light, 2016)

Fagerhult (2016) *Marathon Tunable*

Besøgt (Dato 23.05.2016)

<http://www.fagerhult.com/Products/Marathon/Marathon-Tunable/#about>

Henvisning: (Fagerhult, 2016)

Hobbyking (2012) ZIPPY Flightmax 2650mAh 3S1P 40C

Besøgt (Dato 08.05.2016)

http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_9947_ZIPPY_Flightmax_2650mAh_3S1P_40C.html

ZIPPY Flightmax 5000mAh 3S1P 40C

http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_9962_ZIPPY_Flightmax_5000mAh_3S1P_40C.html

ZIPPY Flightmax 3000mAh 3S1P 20C

http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_16345_ZIPPY_Flightmax_3000mAh_3S1P_20C_US_Warehouse.html

Henvisning: (Hobbyking, 2012)

Moodboard billeder:

Designer Petter Knudsen og Permafrost, *The Level desk lamp*

Besøgt (Dato 23.02.2016) på <http://permafrost.no/projects/level>

Henvisning: (Permafrost, 2016)

Broberg Ridderstråle, *Leaf table lamp*, Muuto

Besøgt (Dato 23.02.2016) på <http://www.muuto.com/lighting/leaf-table-lamp>

Henvisning: (Broberg Ridderstråle, 2016)

Peter Stathis, *Trapeze*, Light & Contrast

Besøgt (Dato 23.02.2016) på <http://www.ylighting.com/light-and-contrast-trapeze-small-led-table-lamp.html>

Henvisning: (Stathis, 2016)

Hoursoglou, C. (September 2, 2014) *Linelight* by SHIBUI

Besøgt (Dato 23.02.2016) på <http://www.contemporist.com/2014/09/02/linelight-by-shibui/>

Henvisning: (Hoursoglou, 2014)

Litteraturliste

Devriendt, J. *Night and Day* 97

Besøgt (Dato 23.02.2016) på <http://www.pierremariegiraud.com/en/artistes/oeuvres/3508/jos-devriendt>

Henvisning: (Devriendt, 2016)

Toucan Table lamp fra '80 - Vintage HUANGSLITE desk lamp

Besøgt (Dato 23.02.2016) på <https://www.etsy.com/listing/151446921/1980s-toucan-table-desk-lamp>

Henvisning: (Toucan, 1980)

Gubi (1930) *BESTLITE BL1 TABLELAMP*

Besøgt (Dato 23.02.2016) på http://gubi.com/en/products/lighting/table-lamps/graeshoppa/gm-5/grossman-graeshoppa-task-table-lamp-jetbl_005-05101/

Henvisning: (Gubi, 1930)

Billag A

Dagslysmålinger foretaget på Grøndalsvængets Skole. Hvor en person har stået uden for og en anden indenfor i lokale 45, og samtidig er der taget dagslysmålinger begge steder. Den person i lokalet er efter hver måling rykket 50 cm længere ind i lokalet og væk fra vinduet.

Dagslys målinger			Vindue 1	Væg	Vindue 2
Luxmålinger udenfor	1		11650	10260	11170
	2		11970	10240	11180
	3		11880	10290	11290
	4		11830	10300	11370
	5		11790	10350	11410
	6		11780	10400	11480
	7		10810	10400	11580
	8		11360	10460	11600
	9		11310	10540	11670
	10		11350	10600	11770
		Distance fra vinduet i cm			
Luxmålinger inde	1	50	1340	55,3	1180
	2	100	861	158	735
	3	150	594	227	509
	4	200	410	227	353
	5	250	299	204	258
	6	300	229	172	205
	7	350	186	149	169
	8	400	152	121	138
	9	500	108	79,4	93,3
	10	600	77,8	64,2	68,4
			Start kl 10.26	Start kl 10.32	Start kl 10.38
			Slut kl 10.29	Slut kl 10.34	Start kl 10.40

Billag A

Her er dagslys factoren blevet udregnet, for at undersøge hvor godt belyst lokalerne er.

Daglys factor	Distance fra vinduet i cm	Vindue 1	Væg	Vindue 2
	50	11,50214592	0,5389863548	10,56401074
	100	7,192982456	1,54296875	6,574239714
	150	5	2,206025267	4,508414526
	200	3,465765004	2,203883495	3,10466139
	250	2,536047498	1,971014493	2,261174408
	300	1,943972835	1,653846154	1,785714286
	350	1,720629047	1,432692308	1,459412781
	400	1,338028169	1,156787763	1,189655172
	500	0,9549071618	0,7533206831	0,7994858612
	600	0,6854625551	0,6056603774	0,5811384877

Bilag B



Blue Lighting Technology Co., Limited

3014 CCT adjustable LED strip light

Part number: BL-FE-3014-CCT-600-12V/24V

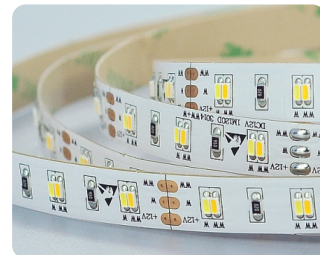


Features

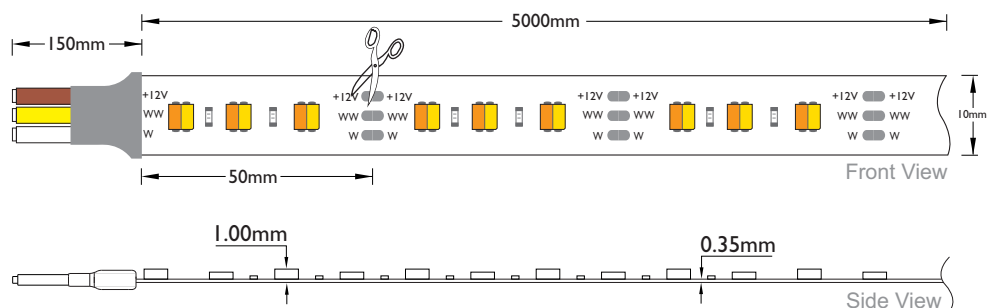
LED chip:	3014
PCB SIZE:	L5000MM*W10MM*H0.3MM
LED QTY:	600pcs LED/5meters
	Warm White: 300PCS
	Cool White: 300PCS
Input Voltage:	12Vdc/24Vdc
Max Power:	12W/1Meter
PCB Color:	White
Waterproof :	IP65 & Ip68

Applications

- Cover Lighting
- Architectural light for canopy, corridor, window, archway
- Backlight for edge lighting for signage
- DIY lights for home use
- Path and contour marking
- Decorative lights for holiday, event, show exhibition



Dimensions (Unit: mm)

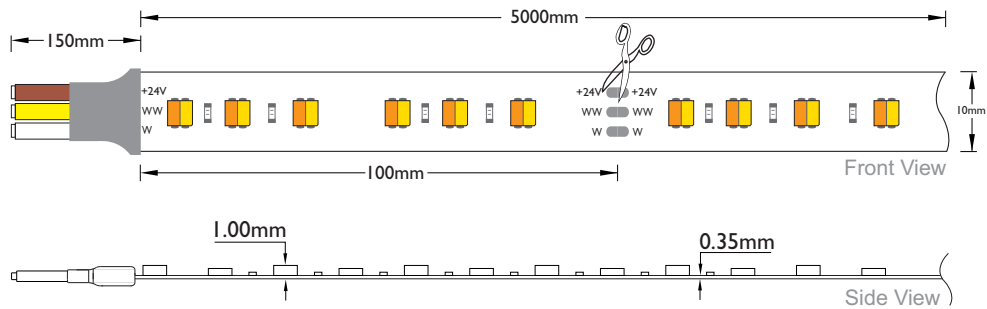


www.bluelightingled.com

Bilag B



Blue Lighting Technology Co., Limited



Parameter

Part Number	CRI(RA)	Brightness (lm)	LED (1M)	LED (CT:K)	View Angle	Packing
BL-FE-3014-CCT -600-12V	WW-80/90	WW-630LM	120PCS/1M	2700K-6500K	120°	5m/reel
	NW-80/90	NW-650LM				
	CW-80/90	CW-660LM				
BL-FE-3014-CCT -600-24V	WW-80/90	WW-630LM	120PCS/1M	2700K-6500K	120°	5m/reel
	NW-80/90	NW-650LM				
	CW-80/90	CW-660LM				

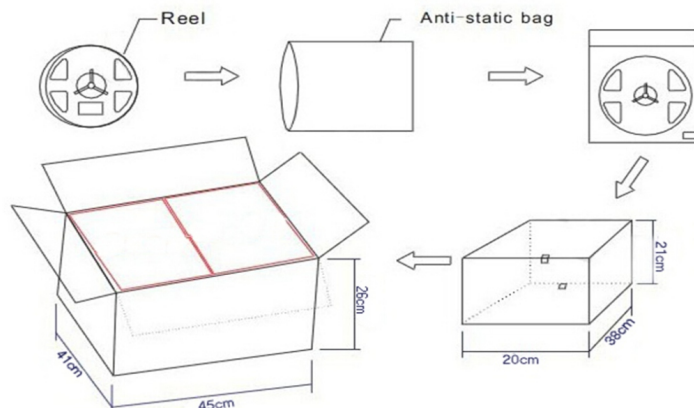
Package

Standard Packing Per Bag

5 meters/reel, 1 reel/anti-static opp bag
G.W. :Non-waterproof-0.12KG

Standard Packing Per Outer Carton:

25 bags to 1 inner box, size : 38x20x21cm
2 inner boxes to 1 outer carton ,size : 45x41x26cm

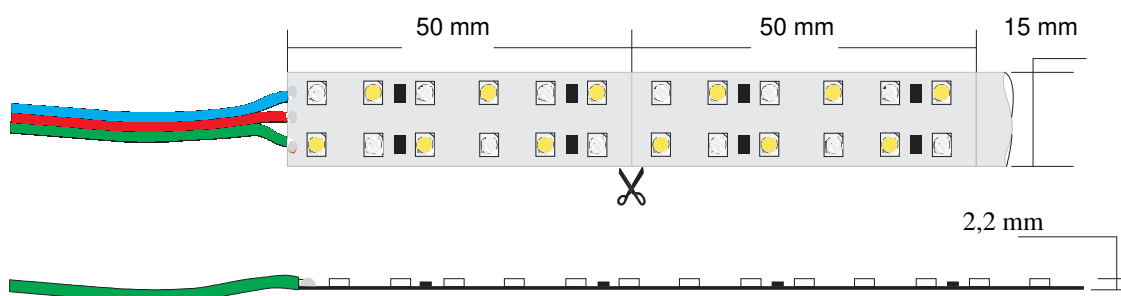


www.bluelightingled.com

Bilag B

Datablad for

LED-713AB2-24, LED Strip



Beskrivelse:

- Farve justerbar LED Strip
- Fleksibel
- Kraftig lysstyrke op til 1380 lumen pr. meter.
- 5 meter pr. rulle

Elektriske specifikationer

- Forsyningsspænding: 24VDC maksimalt
- Strømforbrug: Maximalt 19,2W pr. meter
- Operating Temperature: -20°C...+50°C
- Forventet levetid: 50.000 timer

Information om lyset

- Luminous Flux: Varm Hvid: 540-660 lm pr. m
Ren Hvid: 600-720 lm pr. m
- LED pr. meter: Varm Hvid: 120 stk. 3528, High Bright SMD, 3000 Kelvin
Ren Hvid: 120 stk. 3528, High Bright SMD, 5000 Kelvin
- CRI (Ra): >80
- Effektivitet: 72 lm/W



Ver. 1, okt. 2015

LED-TEK®
Bæredygtige LED-løsninger

LED-TEK A/S · LUNDAGERVEJ 45A · DK-8723 LØSNING · TELEFON +45 7384 1100 · LED-TEK@LED-TEK.DK · WWW.LED-TEK.DK