



NY
MIDTBYSKOLE

MARTIN MØLLER - MA4-ARK5 2011

ÅRHUS

TITELBLAD

O.1

Denne rapport er udarbejdet af Martin Møller og udgør kandidatspecialet på Civilingeniøruddannelsen i Arkitektur på Aalborg University.

MA4-ark5, 2011

Titel: BIM Skolen

Tema: BIM, Integreret Design, indeklime og energi samt læringsmiljøer.

Projektperiod: 02.02.11 - 31.05.11

Vejledere: Arkitektur: Peter Lind Bonderup

Teknik: Claus Topp

Oplag: 4

Sider: 127

SYNOPSIS

0.2

Denne rapport er udarbejdet af Martin Møller og er resultatet af kandidatspecialet på Civilingeniøruddannelsen i Arkitektur på Aalborg Universitet. Projektet tager udgangspunkt i den offentlige debat omkring en ny midtbyskole i Aarhus, og vil derfor indeholde et bæredygtigt skitseforslag hertil. Med fokus på Building Information Modelling (BIM), den Integrerede Design Proces (IDP) og en holistisk tilgang, er formålet ligeledes at dokumentere evnen til at udføre en integreret arkitektonisk og teknisk formgivning af et byggeri, og dermed redegøre for de faglige kompetencer opnået igennem studiet.

SUMMARY

0.3

This report contains the result of the thesis on the 4th semester of the masters programme in Architectural Design at Aalborg University for Martin Møller. With the focus on an Integrated Design Process and a holistic approach, the purpose of the project is to design a new sustainable school for Aarhus center. With focus on BIM as a tool in the sketching phase, the goal is to design a school with low energy consumption, good indoor climate and a school environment that allow students to both learn effectively and inspire their creativity.

INDHOLD

O.4

1. INTRO 8

1.1 MOTIVATION	12
1.2 METODE	14
1.3 BIM	16
1.4 VÆRKTØJER	18

2. ANALYSE 20

2.1 KONTEKST	22
2.1.1 GRUNDENS PLACERING	24
2.1.2 OMRÅDETS HISTORIE	26
2.1.3 OMRÅDET IDAG	28
2.1.4 MAKROKLIMA	32
2.1.5 KONKLUSION KONTEKST	34
2.2 SKOLE	36
2.2.1 FOLKESKOLENS FORMÅL	38
2.2.2 SKOLENS HISTORIE	39
2.2.3 VISIONER	40
2.2.4 TENDENSER I SKOLEBYGGERI	42
2.2.5 LÆRINGSSTILE	44
2.2.6 FOKUSPUNKTER	46
2.2.7 HELLERUP SKOLE	48
2.2.8 HADSUND SKOLE	50
2.2.9 ORDRUP SKOLE	52
2.2.10 KONKLUSION SKOLE	54
2.3 TEKNIK	56
2.3.1 BÆREDYGTIGHED	58
2.3.2 ENERGI	60
2.3.3 INDEKLIMA	62
2.3.4 LUFT	64
2.3.5 LYS	66
2.3.6 LYD	68
2.3.7 KONKLUSION TEKNIK	70
2.4 OPSAMLING	72
2.4.1 VISION	74
2.4.2 STRATEGISKE KONCEPTER	75
2.4.3 FUNKTIONER	76
2.4.4 AREALFORDELING	78

3. SKITSERING 80

3.1 INDLEDENDE STUDIER	12
3.1.1 VOLUMENSTUDIER	14
3.1.2 ENERGISTUDIER	16
3.1.3 DAGSLYSFORHOLD	18
3.2 DESIGN	94
3.2.1 KONCEPTER	96
3.2.2 PROGRAM OG FUNKTIONER	98
3.2.3 ENERGIFORBRUG	100
3.2.4 SOL- OG SKYGGEFORHOLD	102
3.2.5 TEKNIK OG KONSTRUKTION	103
3.2.6 RUMLIG DISPONERING	104
3.2.7 RUMLIG SKITSERING OG LYSFORHOLD	106
3.2.8 FACADE	108

4. PRÆSENTATION 116

2.1 KONTEKST	22
2.1.1 GRUNDENS PLACERING	24
2.1.2 OMRÅDETS HISTORIE	26
2.1.3 OMRÅDET IDAG	28
2.1.4 MAKROKLIMA	32
2.1.5 KONKLUSION KONTEKST	34





**THE PRINCIPAL GOAL
OF EDUCATION IS TO
CREATE MEN WHO ARE
CAPABLE OF DOING
NEW THINGS, NOT
SIMPLY REPEATING
WHAT OTHER GENERA-
TIONS HAVE DONE
- MEN WHO ARE
CREATIVE, INVENTIVE,
AND DISCOVERERS.**

- Jean Piaget [1]

1.

INTRO

Dette afsnit har til formål at beskrive tilgangen til projektet, og gennemgå de metoder og værktøjer der benyttes igennem projektet.

1.1 MOTIVATION

1.2 METODE

1.3 BIM

1.4 VÆRKTØJER

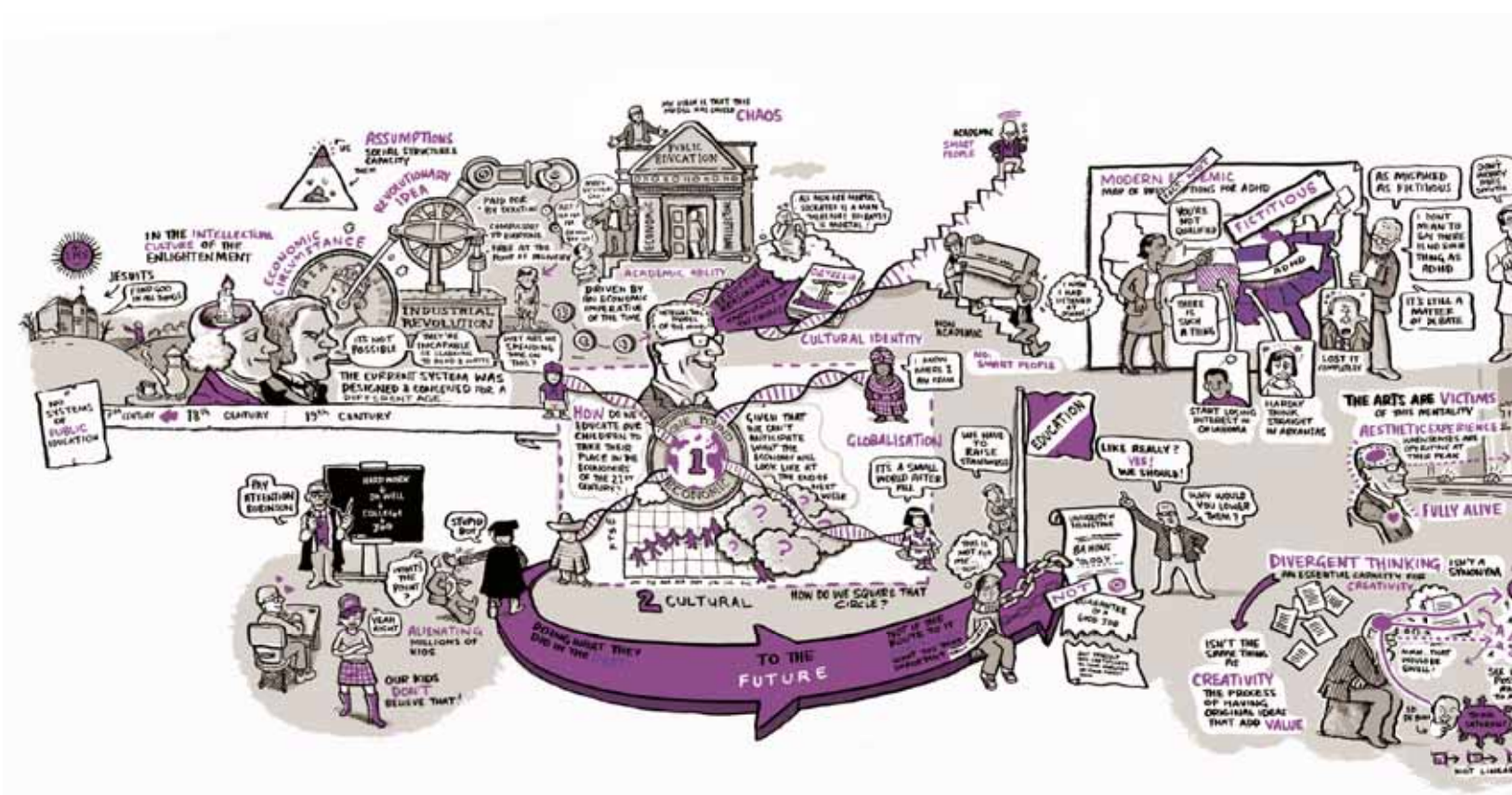
MOTIVATION

1.1

Min motivation for dette speciale tager sit afsæt i den aktuelle debat om uddannelsessystemet og den danske folkeskole. For at Danmark kan bevare vækst og velstand i fremtiden, er der ifølge flere eksperter enighed om at der skal satses massivt på uddannelse, forskning og innovation.[2][3] Uddannelse er med andre ord samfundets fremtid, og den danske folkeskole er rygraden i dette vidt forgrenet system af stor social og politisk betydning.[4]

Ved offentliggørelsen af den såkaldte PISA-undersøgelse i december 2010 fremgik det at danske børns læsefærdigheder er stagneret og ligger som de dårligste i norden, ligesom færdighederne i matematik er faldet i forhold til tidligere.[5][6] Medier og politikere retter stor opmærksomhed på disse resultater, og sætter blandt andet fokus på øget faglighed og at alle skal tage en ungdomsuddannelse.[7] Men forhandlingerne om et nyt forlig om den danske folkeskole ser ud til at trække i langdrag og ender i stedet som valgtema i den kommende valgkamp, mens vi bliver overhalet af lande vi normalt sammenligner os med.[8][9] For folkeskolen er dette tragisk og dybt problematisk og som Jakob Engel-Schmidt (VU) udtaler: "Folkeskolen er simpelthen en for vigtig institution at tage som gidsel i spillet om regeringsmagten." [10]

Ifølge flere eksperter er øget faglighed og ungdomsuddannelser dog ikke den rigtige løsning til at opnå et innovativt og bæredygtigt samfund i fremtiden.[11][12] En forudsætning for innovation er kreativitet, der er defineret som evnen til at få originale ideer der har værdi.[13][14] PISA-undersøgelserne, karaktersystemet og diverse studieordninger er primært indrettet med henblik på at teste og honorere konvergent tænkning, som der er gode argumenter eller dokumentation for. Men konvergent tænkning er det modsatte af divergent tænkning og dermed en mekanisk og kvantitativ tænkning.[15] Skolen underminerer og reducerer i dag børns evne til divergent tænkning, det vil sige dét at formå at få mange, skæve ideer og som anses for at være en vigtig komponent i kreativ tænkning. Forskning viser at blandt 3-5 årige børn mestrede 98% af dem divergent tænkning, mens det blandt voksne (over 18 år) var reduceret til 2%, der kunne udnytte den ellers medførte evne til at tænke divergent.[15] I løbet af 9-10 års skolegang får vi altså reduceret det kreative potentiale betydeligt og dette stemmer altså ikke overens med at Danmark i fremtiden skal leve af kreativ viden.[16]



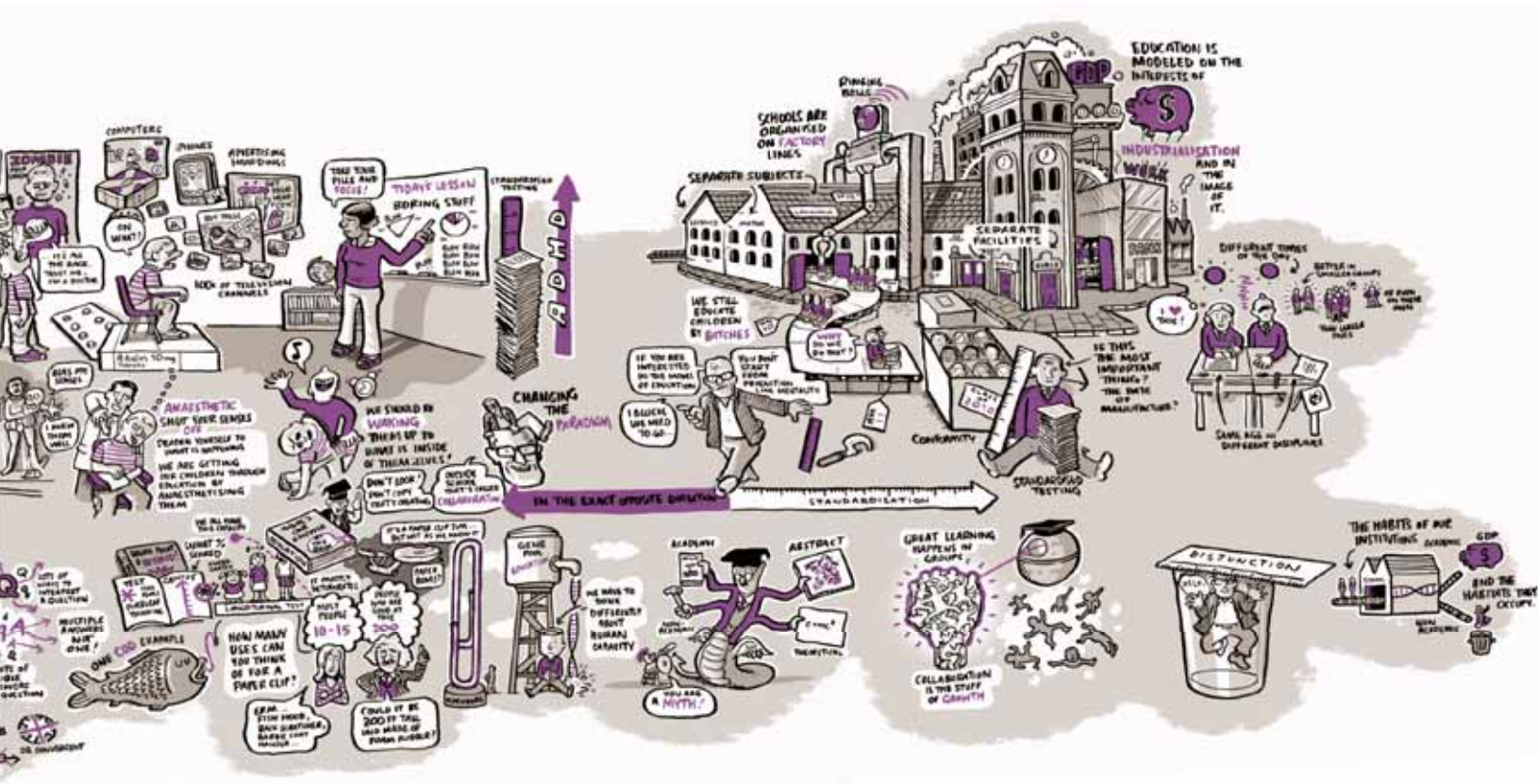
WE HAVE TO RETHINK THE FUNDAMENTAL PRINCIPLES ON WHICH WE EDUCATE OUR CHILDREN. - Sir Ken Robinson [18]

Men hvad stilles der op med dette vigtige paradoks om at vi fjerner en evne vi har brug for? Ifølge Sir Ken Robinson, der er en international anerkendt leder i udviklingen af kreativitet, innovation og human ressource, skal skolerne redesignes så de fordrer den kreative kapacitet, der er i os alle. Samtidig skal de fundamentale principper, hvorpå vi uddanner vores børn gentænkes.[17]

I Aarhus har der igennem de sidste par år været en offentlig debat omkring placeringen og opførelsen af en ny midtbykskole, der skal sikre de faglige rammer og tilbyde tidssvarende faciliteter som en moderne folkeskole skal gøre. Beboere i området har været bange for at det mangfoldige liv på Skt. Anna Gade skulle gå tabt. Trods protester og underskriftindsamlinger fra beboere i området, har byrådet nu udnævnt grunden til placeringen af en ny midtbykskole. [19] Det ser dermed ud til at skolekabalens i Aarhus midtby endelig går op og Aarhus kan få deres første midtbykskole i omkring 100 år.[20]

Aarhus Kommunes ønske er en ny tidssvarende folkeskole med fremtidssikrede pædagogiske og teknologiske løsninger, herunder også et byggeri med et lavt energiforbrug, godt indeklima og minimal CO2-belastning. Det skal være et midtpunkt i Aarhus C, hvor skolen som bygning er åben og inviterer det omgivende samfund indenfor til gavn for læringen og for områdets beboere og brugere. [21]

Med udgangspunkt i Aarhus Kommunes visioner om en ny skole samt beboernes ønske om at sikre det eksisterende mangfoldige miljø, er det initierende problem for dette projekt derfor at designe en ny skole på grunden ved Skt. Anna Gade, der bevarer og forstærker de eksisterende kvaliteter på området. En skole hvor arkitekturen taler til fantasi og forestillingsevne og understøtter kreativitet, trivsel og læring. Det skal være et visionært forgangsprojekt, for de mange folkeskoler som de kommende år står over for renovering eller nybygning. En kompleks problemstilling, der sætter fokus på det at integrere arkitekt- og ingeniørfaglige kompetencer for at sikre et bæredygtigt byggeri.



METODE

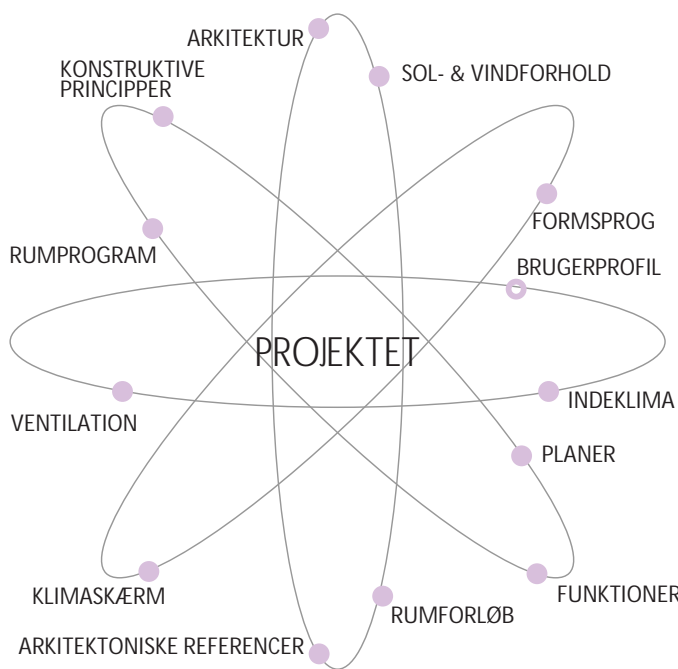
1.2

Evnen til at arbejde med integreret bygningsdesign er et af fokuspunkterne på Civilingeniøruddannelsen i Arkitektur på Aalborg Universitet og den primære metode, der anvendes i dette projekt, er den Integrerede Design Proces (IDP) udviklet af Mary-Ann Knudstrup.[22]

INTEGRERET DESIGN PROCES

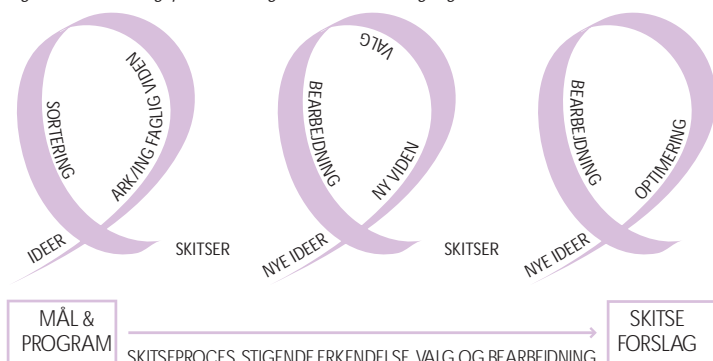
IDP er en metode med fokus på en holistisk tilgang til projektet, der ved at kombinere arkitektfaglige og ingeniør-mæssige elementer og viden, sikrer et integreret bygnings design. Den er ligeledes baseret på dokumenterede observationer om at ændringer og forbedringer foretaget tidligt i design processen, er både billigere og lettere at foretage og at det bliver dyrere og sværere at foretage ændringer sent i designprocessen.

I dette projekt fungerer IDP ligeledes som komposition for rapportens indhold, og selvom IDP er en iterativ proces bestående af fem faser, vil den i rapporten blive præsenteret som et lineært forløb.



Arkitektur som integreret design, her illustreret med de forskellige fagelementer der indgår i designprocessen. s.21 pandora

Figur ccc. Skitseringsproces som gennemløbes flere gange.



1. PROBLEM/IDÉ

Dette er første del af projektet, og i dette afsnit vil der være en beskrivelse af motivationen og problemet som ligger til grund for projektet. Ligeledes vil der være en beskrivelse af de metoder samt værktøjer som vil blive brugt i løbet af projektperioden til udarbejdelsen af et bæredygtig integreret bygningsdesign.

2. ANALYSE

Denne fase indeholder en analyse af de forudsætninger der ligger til grund for opgaven. Den er delt op i fire overordnede afsnit: Kontekst, Skole, Teknik og Opsamling. Disse afsnit indeholder hver især beskrivelse af krav og parametre der er vigtige at overholde i det nye skolebyggeri.

I afsnitte om Konteksten vil der være en gennemgang af projektområdet samt den nære kontekst, lys og skyggeforhold samt en konklusion med de strategiske koncepter for konteksten.

Skoleafsnittet vil indeholde en kort beskrivelse af formålet med den danske folkeskole, en historisk gennemgang af skolebyggeriet i Danmark samt tendenser i skolebyggeriet idag. En gennemgang af visionerne vil den nye skole, generelle fokuspunkter og en beskrivelse af referenceprojekter, hvorefter der igen samles op med en konklusion og strategiske koncepter.

Det tekniske afsnit vil bestå af en gennemgang af forskellige tekniske parametre, som er vigtige at tage hensyn til ved udarbejdelsen af en ny skole, som bæredygtighed, energiforbrug og indeklima. Igen sluttes der af med en konklusion og tekniske strategiske koncepter.

Det sidste afsnit vil være et opsamlingsafsnit indeholdende vision, strategiske koncepter, arealfordeling og funktionsbeskrivelse samt en redegørelse for projektets opfang.

3. SKITSERING OG SYNTSE

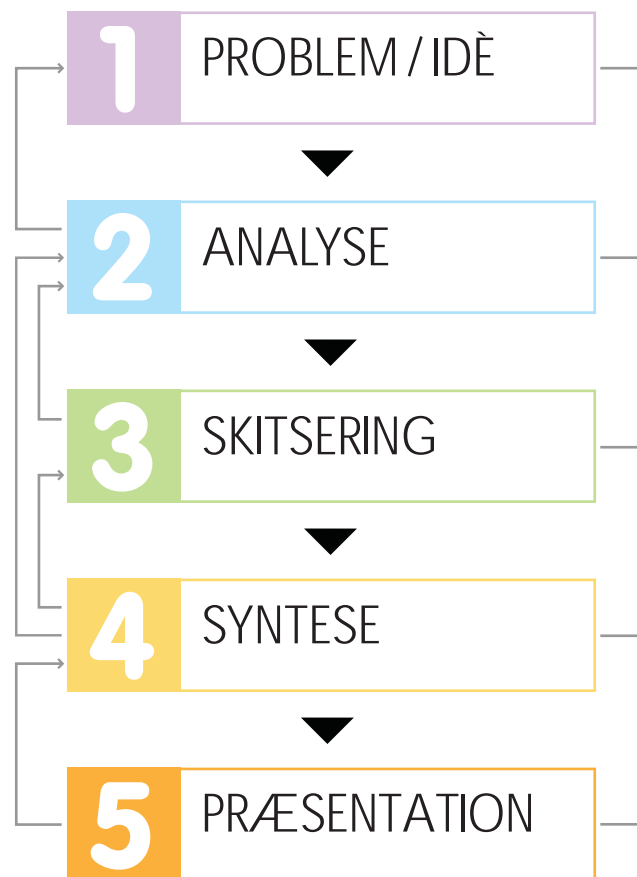
I skitseringsfasen bliver de kreative ideer visualiseret og testet gennem analog og digital skitsering, i volumenstudier, energistudier og indledende skitser. Den arkitektfaglige og ingeniørfaglige viden kombineres og inspirerer hinanden i et integreret bygningsdesign, så krav og ønsker bliver opfyldt. De forskellige ideer og designs bliver ligeledes evalueret ved hjælp af simulering- og analyseværktøjer, for at optimere designet og opnå et integreret hele. I syntesefasen vil bygningen finde sin endelige form og udtryk, og blive optimeret og dokumenteret igennem beregnings- og analysemetoder i Be10 og 3dsMax. Visionen og design-parametrene fra analysen vil være nået, hvilket resulterer i en bygning med integrerede løsninger og af høj arkitektonisk kvalitet.

5. PRÆSENTATION

Denne fase omfatter den endelige præsentation af projektet og vil være delt i to dele. Den første del omfatter en kort beskrivelse og dokumentation af bygningsdesignet. Dette bliver gjort på en måde som fremhæver kvaliteterne i projektet og hvorledes mål og vision for byggeriet er blevet opfyldt. Den endelige præsentation af projektet vil foregå til eksamen, med præsentationsmappe, plancher model og powerpoint.

GET THE HABIT OF ANALYSIS - ANALYSIS WILL IN TIME ENABLE SYNTHESIS TO BECOME YOUR HABIT OF MIND.

- Frank Lloyd Wright [23]



Over de sidste hundrede år, har byggeindustrien ændret sig dramatisk.[24] Nutidens byggeri skal kunne mere og mere og den øgede kompleksitet, gør det nødvendigt for arkitekter, ingeniører og entreprenører at tilpasse sig denne fremgang - både med arbejdsmetoder og teknologi.

I byggesektoren er Building Information Modeling(BIM), den nye metode til at tilvejebringe og samle de nødvendige informationer til en given proces.[25] Det anvendes inden for flere og flere fagområder som værktøj til at strukturere og dele information og viden. Til forskel fra traditionel CAD, indeholder BIM altså en række forskellige informationer og data, herunder geometriske, visuelle og materialerelaterede egenskaber, kontrolkrav, priser og klassifikationsoplysninger. Dermed giver BIM alle relevante parter mulighed for selv at trække de informationer ud af modellen, som akkurat de har interesse i – på en måde, som sikrer, at alle arbejder ud fra det samme og gældende informationsgrundlag.[26]

BIM er ifølge SHL Architects en naturlig platform til at kæde den store viden om bygningen fra projekterings- og udførelsesfasen ind i drifts- og vedligeholdelsesfasen, så det sikres at bygningerne bliver driftet og vedligeholdt som foreskrevet. Selvom anvendelsen af bygningsmodeller først er obligatorisk ved byggerier over 20 mio. kr. Mener SHL Architects at BIM er så slagkraftigt og værdifuldt et værktøj at: "Bygherren burde overveje at benytte BIM uanset om det er et myndighedskrav eller ej."[26]

BIM bliver dog desværre oftest kun anvendt i projekteringsfasen, med mulighed for simulering og visualisering af forskellige løsninger - den såkaldte 3D-projektering. Men i takt med at kendskabet til BIM og den nye tankegang om objektbaseret modellering udbreder sig, vil de ekstra dimensioner som 4D(tid) og 5D(økonomi) også blive udnyttet til fulde.

For Professionshøjskolen UCC, betød overblik og stram styring med en 5D-bygningsmodel store besparelser, da en stor skolebygning i Skovlunde skulle renoveres. Trods store investeringer i 5D-bygningsmodellen, endte UCC med at spare to mio. kroner i et projekt til 28,6 mio. kroner og vil gennemføre flere planlagte ny- og ombygninger efter samme model.[27]

Mange er ligeledes af den overbevisning at BIM er for tungt og komplekst at skitsere med i den konceptuelle fase, og foretrækker stadig traditionelle CAD programmer som Sketchup, Rhino og Autocad. BIM besidder dog et stort uudnyttet potentiale, eftersom informationen kan udnyttes af forskellige bæredygtige simulering- og analyseværktøjer til de såkaldte "what-if-analyser".[28] Disse analyser kan altså være med til at sikre at arkitekten går i den rigtige retning fra start i forhold til orientering, sol, skygge og vindforhold. BIM og Environmental analysis Software, som disse simuleringsværktøjer også kaldes, kan altså være med til at udvikle arbejdsmetoder og processer der sikrer at de skærpede krav til bygningers energiforbrug bliver nået.

Med udgangspunkt i dette, samt viden om at det er i den konceptuelle fase at de største økonomiske fordel befinder sig ved optimeringen af de bæredygtige elementer[27] - er det derfor ønsket at foretage et studie i, hvorledes BIM og Environmental Analysis Software, kan anvendes som værktøj i IDP til at opnå et bæredygtigt og integreret bygningsdesign.

"BYGHERREN BURDE OVERVEJE AT BENYTTTE BIM, UANSET OM DET ER ET MYNDIGHEDSKRAV ELLER EJ."

- SHL Architects [29]



Intern sikkerhed



Ekstern sikkerhed



Funktioner



Grund



Offentlige / Private forhold



Landskab



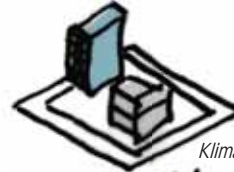
Bæredygtighed



Nærmiljø/samfund



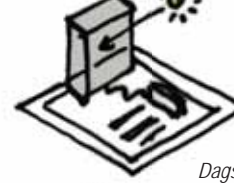
Klimatiske forhold



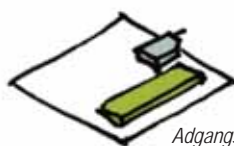
Klimaskærm



Delte rum



Dagslys / Kunstlig Lys



Adgangsforhold / Parkering



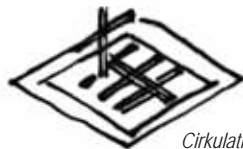
VVS



Bevægelses systemer



Mekaniske systemer



Cirkulation



Konstruktion

VÆRKTØJ

1.4

Dette afsnit har til formål at beskrive de forskellige værktøj, der i projektet vil blive anvendt til design, simulering og beregning. Brugen af dem vil variere i forhold til den aktuelle fase projektet befinder sig, og kræve en højere grad af detaljering efterhånden som projektet nærmer sig syntesen. For at sikre en intuitiv og udbytterig skitsering, vil de digitale værktøjer blive suppleret af analog skitsering.

AUTODESK REVIT ARCHITECTURE

I dette projekt vil Revit Architecture blive anvendt som det primære 3D-modelleringsværktøj som er det mest ud-bredte BIM-software på det danske marked. Selvom programmet er opdelt i to miljøer - Conceptual-/Project Environment, bliver det i høj grad kun anvendt til 3D-projektering på de danske tegnestuer. Det er dermed ikke særlig udbredt som skitseringsværktøj, hvor de fleste tegnestuer stadig foretrækker traditionelle CAD-programmer som Autocad, Rhino og Sketchup.

Da et af delmålene i dette projekt er at dokumentere brugen af BIM som værktøj i de-signprocessen, fra den helt tidlige konceptuelle fase til den endelige dokumentation, stilles der store krav til workflowet mellem de forskellige programmer i forhold til import/eksport af filformater. Målet er at genbruge den i forvejen opbyggede geometri fra Revit Architecture, til at simulere og analysere forskellige designforslag og undgå dobbeltmodellering.

AUTODESK PROJECT VASARI

Project Vasari er et Technology Preview fra Autodesk Labs, der fokuserer på konceptuel bygnings design med integreret energi modellering og analyse funktioner i et BIM-miljø. Dette program er baseret på det konceptuelle miljø fra Revit Architecture platformen og anvender dermed samme filformat, som sikrer et let workflow mellem de to programmer. Project Vasari kan beskrives som en "light" udgave af Revit Architecture. Det understøtter ikke projekt-miljøet, og vil dermed ikke blive anvendt i samme grad som Revit Architecture efterhånden som projektet skrider frem og projektet kræver mere detaljerede beregninger og modellering.

Project Vasari vil foruden konceptuelle energiberegninger også blive brugt til at få en forståelse for makroklimaet på grunden, ved hjælp af funktioner som Windrose, Solar Radiation, Sun path og Solar study. Ligeledes vil den automatiske areal/volumen beregning som BIM-miljøet tillader, benyttes til at holde overblik over arealer i skitseringsfasen og akustisk regulerende materiale i syntesefasen.

IES VIRTUAL ENVIRONMENT

For at udnytte BIM modellen, vil IES Virtual Environment forsøgt anvendt til mere detaljerede dagslysberegninger og teknisk præsentationsmateriale, der visuelt illustrerer de aktuelle forhold. Da der på nuværende tidspunkt er begrænset adgang og kendskab til programmet vil det i løbet af projektperioden blive vurderet, i hvilket omfang programmet tænkes anvendt. Da det er et ret kompliceret beregningsprogram, vil det hovedsageligt blive anvendt i syntesefasen.

BE10

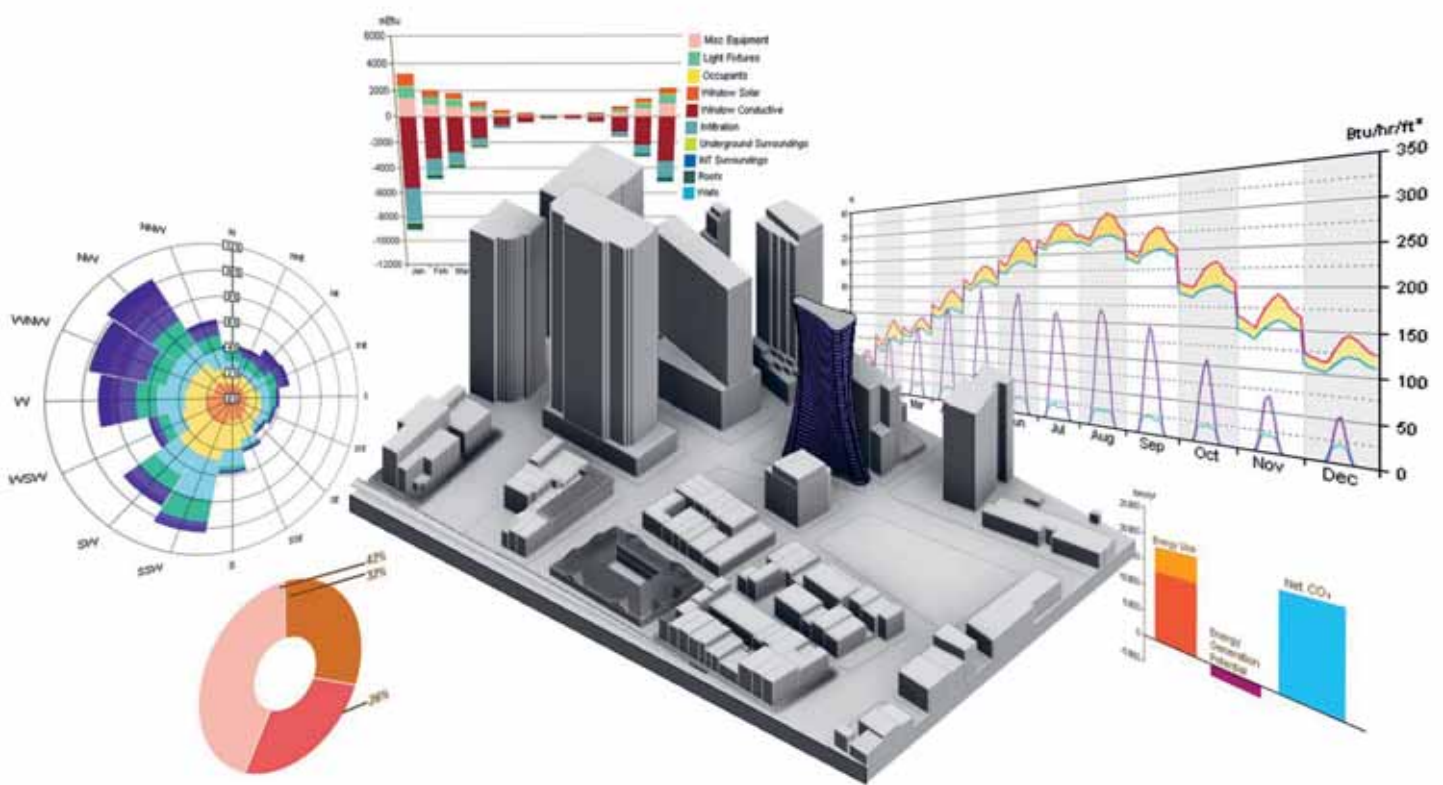
Det danske beregningsprogram Be10, vil blive anvendt til at udføre mere detaljerede beregninger og simuleringer efterhånden som projektet skrider frem, samt verificere at energirammen overholdes. Til dette anvendes desuden en gratis webservice stillet til rådighed fra Dalux, til konvertering af filer fra gbXML til XML og som dermed gør det muligt at eksportere fra Revit til Be10.

AUTODESK 3DS MAX DESIGN

Autodesk 3ds Max Design vil blive anvendt til dagslysberegninger og simulering af dagslys. Derudover vil renderinger være med til at danne grundlag for designbeslutninger i skitseringsfasen, samt til at renderere det endelige præsentationsmateriale.

"VASARI HELPS MY STUDENTS TO BECOME MORE SENSITIVE ABOUT QUESTIONS OF ENERGY USE, MATERIAL U-VALUES, WINDOW SIZES, RENEWABLE ENERGIES AND TECHNICAL SYSTEMS."

- Prof. Ute Poerschke, Dep.School of Architecture, Penn State University [30]





ANNA

ANALYSE



**A GREAT SCHOOL
GIVES ITS NEIGH-
BORS A PARK TO
HANG OUT IN, A
GOAL TO ASPIRE
TO, A BUILDING TO
BE PROUD OF, AND
A STANDARD TO
MAINTAIN. [31]**

2.1

KONTEKST

Dette er det første afsnit i ANALYSEN, og har til formål at redegøre for konteksten og de eksisterende forhold på grunden til den nye skole.

2.1.1 PROJEKTOMRÅDE

2.1.2 OMRÅDETS HISTORIE

2.1.3 OMRÅDET IDAG

2.1.4 MAKROKLIMA

2.1.5 KONKLUSION KONTEKST

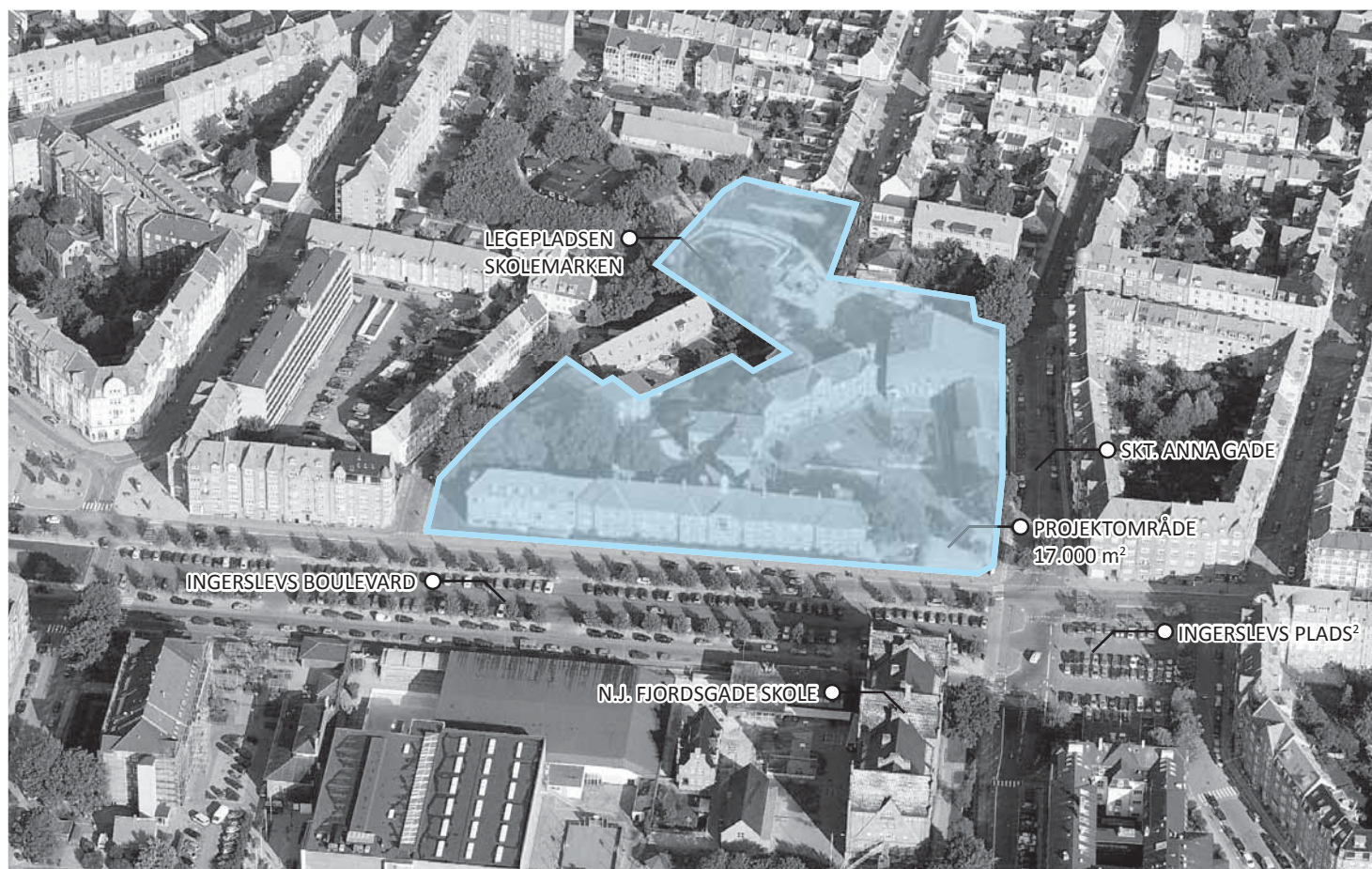
PROJEKTOMRÅDE

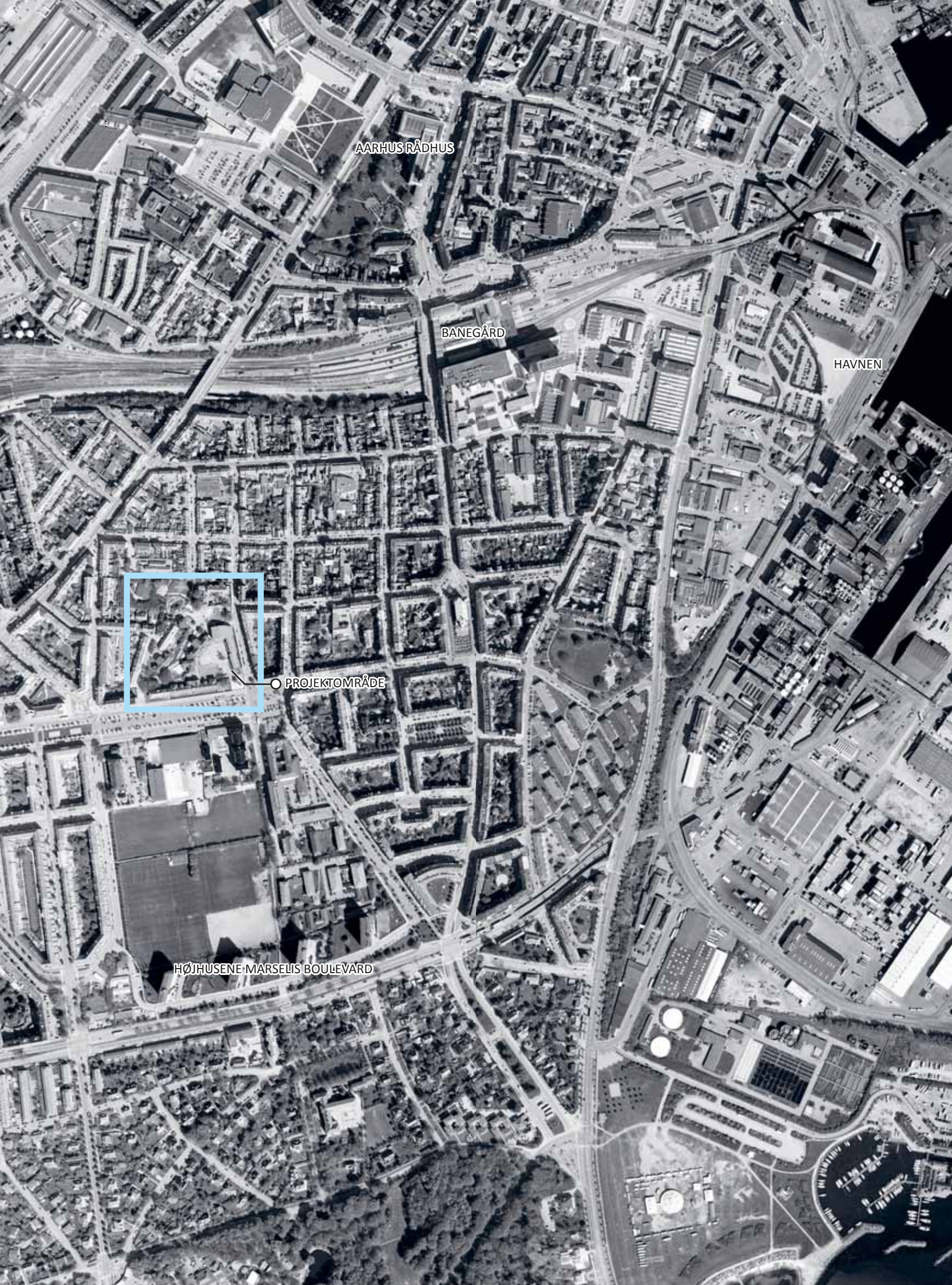
2.1.1

Grunden ved Skt. Anna Gade, som ligger centralt placeret i bydelen Freriksberg, er af byrådet i Aarhus Kommune blevet udvalgt til eneste mulige placering af en ny midtbyskole i Aarhus.[28] Dermed får Aarhus Kommune for første gang i omkring 100 år en ny midtbyskole, og man er dermed kommet et stort skridt videre siden forslaget kom på banen for første gang i 2007 af byrådsmedlem Bünyamin Simsek(V).[29]

Skolen skal erstatte N.J. Fjordsgades Skole på modsatte side af Ingerslevs Boulevard. Målet er ligeledes at få flere til at vælge den nye distriktsskole og den nye midtbyskole skal derfor have plads til 850 elever, som svarer til en skole på omkring 12.750m².

Skolen skal være åben og invitere det omkringliggende samfund indenfor, til gavn for læringen og for områdets beboere og brugere. Det skal være en fremtidssikret skolebygning, der giver muligheder for at drive skole i tæt forening med områdets mange interessegrupper, brugere og beboere. Derudover lægges der afgørende vægt på, at Skolemarken bevares, så området fortsat kan være et grønt åndehul og mødested for børn i alle aldre samt øvrige borgere og gæster. Der lægges også vægt på et godt samspil mellem den nye skole og de fremtidige aktiviteter på N.J. Fjordsgades Skole for forenings- og fritidslivet. [34]





AARHUS RÅDHUS

BANEGÅRD

HAVNEN



○ PROJEKTOMRÅDE

HØJHUSENE-MARSELIS BOULEVARD

OMRÅDETS HISTORIE

2.1.2

I 1898 blev der for byrådet i Aarhus forelagt en plan udgivet som en lille bog med titlen, *Forslag til bebyggelsesplan for en Del af Marselisborg Grund. En plan der er årsag til at man i dag på Frederiksbjerg i Aarhus kan fremvise træk af enestående eksempler på æstetisk-kunstnerisk byplanlægning.*[35]

KAMPMANN OG AMBT

Det var daværende Kgl. Bygningsinspektør for Jylland, arkitekt Hack Kampmann, der sammen med Københavns stadsingeniør Charles Ambt stod bag, og den blev genstand for stor opmærksomhed og fremhævet for den nytænkning, der kom til udtryk i planen.[35]

Planen var stort anlagt hvor de eksisterende hovedlandeveje skulle forbindes til den nye bydel med en oplevelsesrig gadestruktur. Udover forslag til en fordeling af boliger til forskellige sociale klasser, var der tale om et ringgadeforløb (Marselis Boulevard), anlægelse af brede boulevarder, udsigtskiler samt torve og pladser.

Planen var dog stærkt idealistisk og baseret på et kunstnerisk idégrundlag, hvor form og struktur var de bærende elementer frem for økonomi. Derfor lykkedes det aldrig at gennemføre et af de mest centrale motiver i planen - det store dobbeltpladsanlæg mellem Ingerslevs Boulevard og Marselis Boulevard, som i stedet blev

udlagt til idrætsanlæg. Ligeledes blev Ingerslevs Boulevard indsnævret til almindeligt gadeprofil fra Ingerslevs Plads til Skt. Pauls Kirkeplads. Men selvom det ikke blev det tænkte samlingssted for monumentalbygninger, er det en gade som i høj grad er med til at skabe bydelens identitet og miljø, med sin bredde og næsten parkagtige karakter, der skaber fornemmelsen af lys og luft i de tilstødende boligområder. [35]

"Det er klart, at Maalet for et Forslag til en Byudvidelse maa være det, at tilvejebringe Pladser for Boliger for de forskellige Dele af Befolkningen, saaledes at der skaffes dem saa gode Vilkaar som muligt for deres forskellige Behov, ikke blot rent materielt set, men ogsaa saaledes, at visse aandelige Behov og Samfundskrav tilfredsstilles, dels ved at varetage æsthetiske Hensyn og dels ved at tilvejebringe passende Pladser for de offentlige Bygninger, der hører med, for at en By kan opfylde sine Funktioner."

- Kampmann og Ambt, 1898 [36]

På grund af manglende skolekapacitet i Århus i årene efter 2. Verdenskrig i Århus kommune, blev det i 1949 besluttet at oprette en ny midtbyskole - Skt. Anna Gade Skolen. Den skulle starte sin tilværelse i det gamle amtssygehus og i sin nye funktion som folkeskole tilføjedes komplekset først en aula og to gymnastiksale mod Sct. Anna Gade (1953/55), siden en tilbygning i forlængelse af hovedbygningen mod Ingerslevs Boulevard (1956/57).[37]



Figur XXX. Grunden ved Skt. Anna Gade ca. 1958



Figur XXX. Gr

En Del af
Aarhus By og Marselisborg Torde
 Udkast til Byggeskifte
 71. 71. 71.



OMRÅDET I DAG

2.1.3

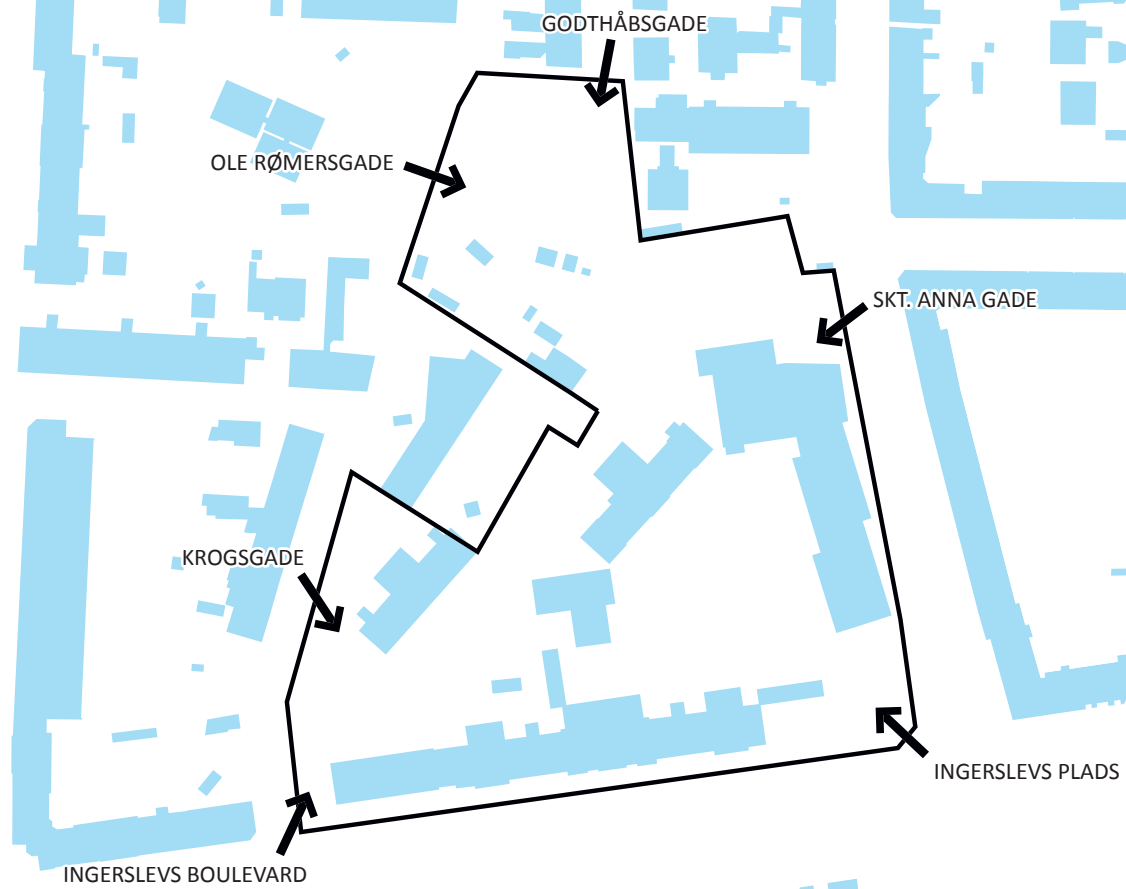
Grunden er idag omgivet af forskellige bebyggelsestypologier og i tæt tilknytning til flere eksisterende dagtilbud. Mod øst og vest ligger traditionelle 4-5 etagers boligkarreer fra omkring 1900 tallet som er meget udbredt i området og mod nord støder grunden op til et område med lave byhuse og Skolemarken, der er en pædagogisk ledet legeplads. Mod syd afgrænses grunden af Ingerslevs Boulevard og nærliggende Ingerslevs Plads, der fungerer som parkeringsareal og torvemarked. På den anden side af Boulevarden ligger N.J. Fjordsgade Skole, Aarhus Svømmestadion og VUC Aarhus, der har til huse i den gamle Ingerslev Boulevard Skole. Ingeniørhøjskolen med kollegium og Aarhus Center for Idræt ligger ligeledes i nærheden, samt et idrætsanlæg der strækker sig sydpå til Marselis Boulevard.



Området er velbesøgt af folk i alle aldre og henover dagen. Det bliver både brugt af beboere i nærmiljøet eller folk der anvender det som passage til og fra den indre by, primært via indgangene fra Ingerslev Plads, Ingerslevs Boulevard og Godthåbsgade. Der er ligeledes gode og sikre trafikforhold omkring grunden for den nye midtbyskole, hvor der er cykelstier og fortove til bløde trafikkanter, samt busstoppesteder på Ingerslevs Boulevard.

Der er desuden et rigt foreningsliv på grunden med blandt andet modeljernbaneklub, bordtennis, legeland og forskellige aftenskole tilbud. Frederiksberg Kulturhus ligger også på grunden og lokaler på Skt. Anna Gade Skolen benyttes til Aktivitetscenter og Kontaktsted for mennesker med socialpsykiatriske problemstillinger.





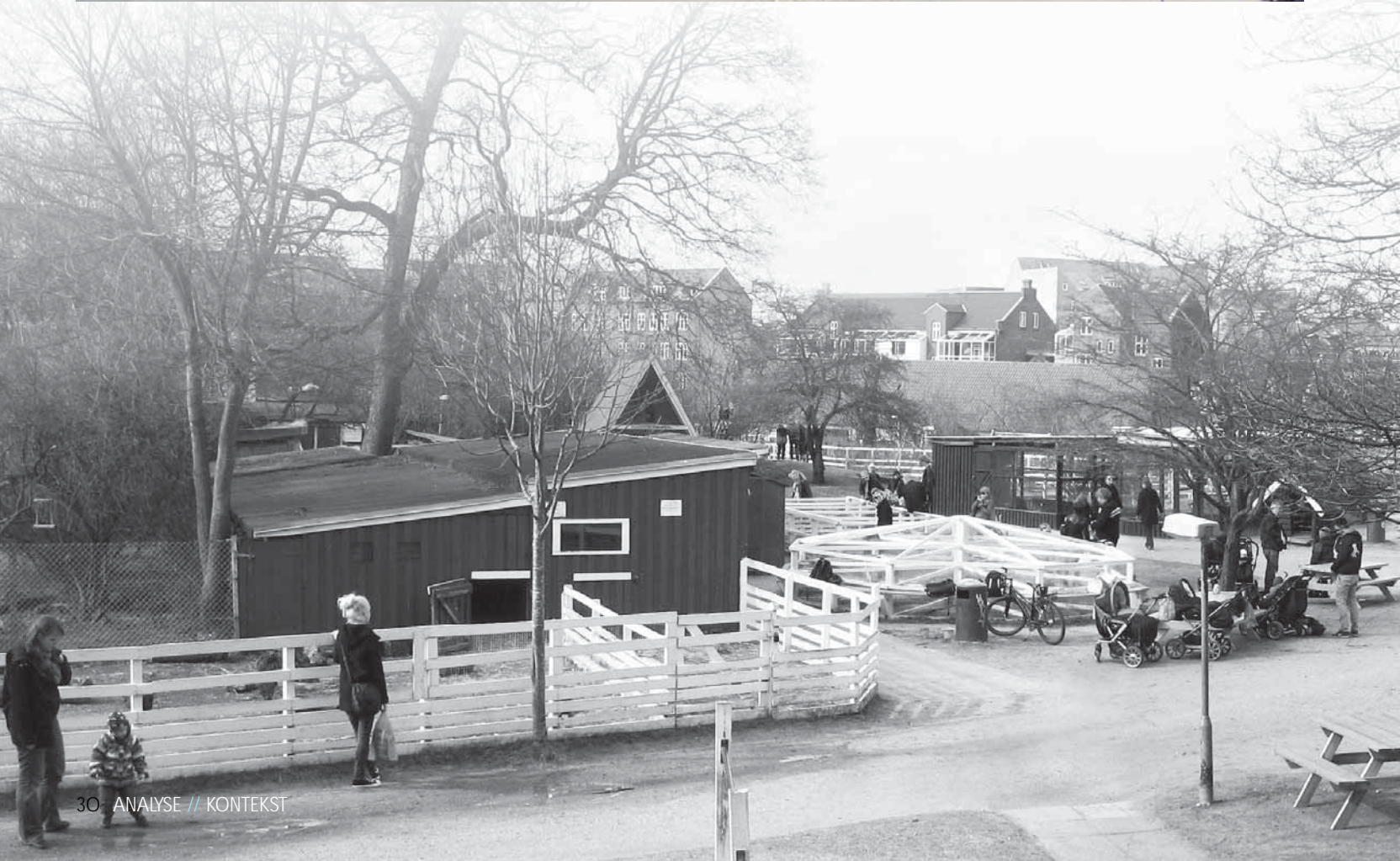
OMRÅDET I DAG

2.1.3

Derudover bruges området af dagplejere og børn om formiddagen og af forældre, børn og unge i løbet af dagen og aftenen - i løbet af weekenden og til hverdag. Et rekreativt og velfungerende grønt åndehul i Frederiksbjerg, hvor motionister og folk på spadseretur kommer igennem området, unge mennesker skater i den gamle skolegård, børn leger på legepladsen, spiller bold på multibanen eller giver dyrene mad ved foldene.

"Legepladserne er populære både blandt små og store århusianere, og derfor vil jeg melde klart ud, at jeg vil sikre, at begge legepladser bevares, hvis jeg efter valget får lov til at fortsætte som borgmester i Århus." [38]

- Borgmester Nicolai Wammen, 2009





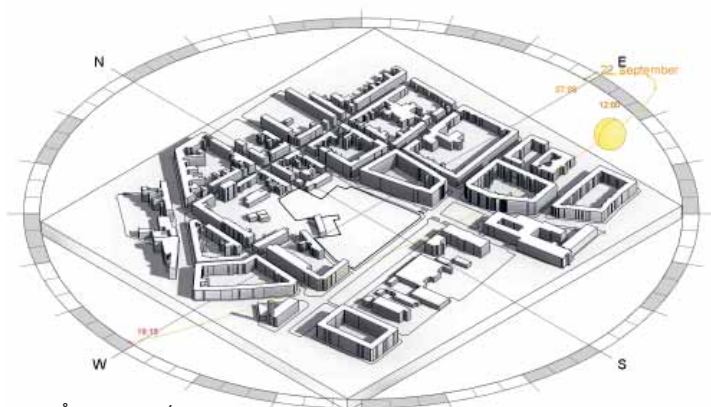
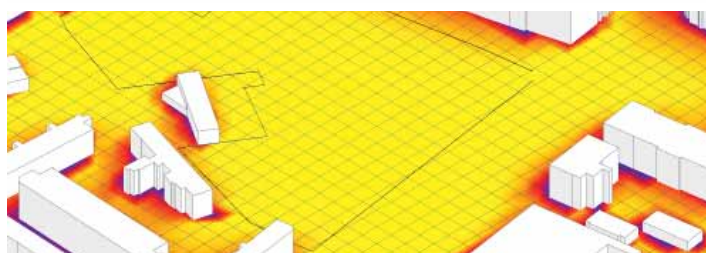
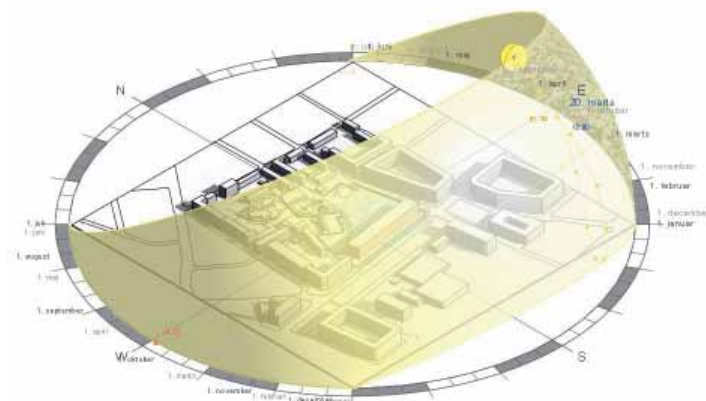
MAKROKLIMA

2.1.4

SOL

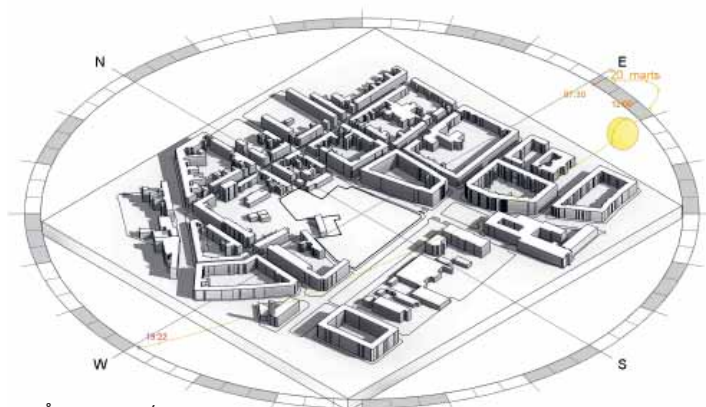
Ved byggeriet af en ny midtbyskole, har solen stor betydning for energi, indeklima og kvaliteten af udearealer. For at tilgodese disse parametre og skabe en bygning, der udnytter kvaliteterne ved solen frem for at modvirke den, er det derfor vigtigt at opnå en forståelse for solens bane, højde og vinkel på himlen i løbet af året. Dette med henblik på at udnytte solens passive varmetilskud i måneder hvor dette er fordelagtigt, og undgå overtemperaturer i varmere perioder af året. Placering, organisering og orientering af bygningsvolumet og vinduer er derfor et vigtigt designparameter for at opnå et bæredygtigt byggeri, med lavt energiforbrug, et godt indeklima med gode dagslysforhold og attraktive udearealer.

Indledningsvis laves nogle hurtige studier af solens placering ved jævndøgn, vinterhvert og solhverv som illustrationerne forneden viser. Til dette benyttes Project Vasari som giver mulighed for at lave forskellige sol-/skyggestudier, uden at skulle eksportere til andre programmer for at foretage disse what-if analyser. Dermed udnyttes tiden til at foretage flere studier af forskellige scenarier, frem for at skulle bruge den primære tid på at modellere tilsvarende geometri op i andre programmer.



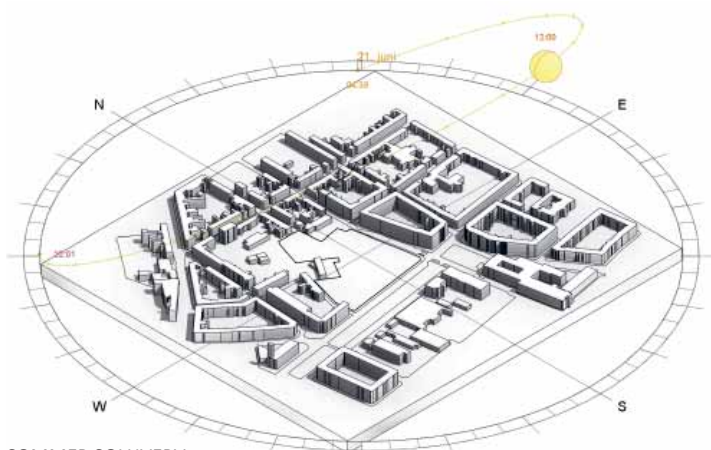
EFTERÅRS JÆVNDØGN

Dato: 22.sep / Solopgang: 07.06 / Solnedgang: 19.15 / Solhøjde: 34.1°



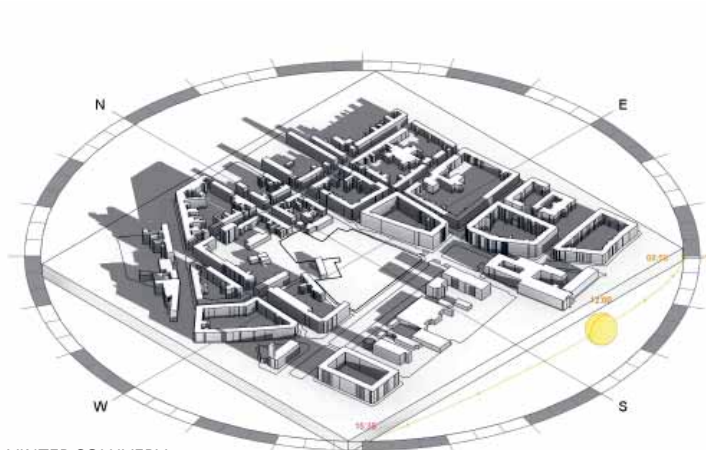
FORÅRS JÆVNDØGN

Dato: 20.mar / Solopgang: 07.30 / Solnedgang: 19.22 / Solhøjde: 34.1°



SOMMER SOLHVERV

Dato: 21.jun / Solopgang: 04.39 / Solnedgang: 22.01 / Solhøjde: 57.8°



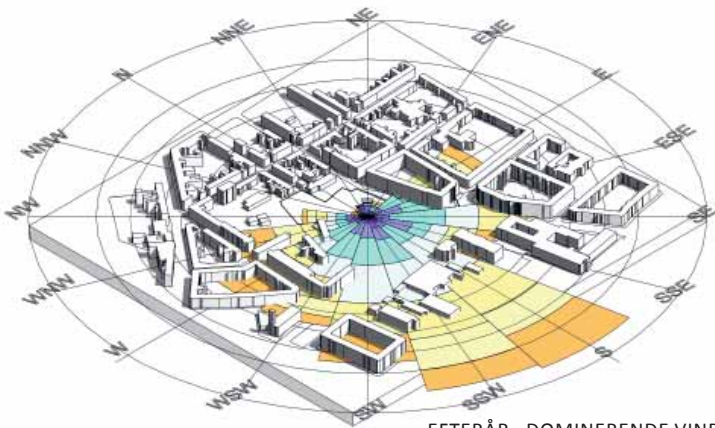
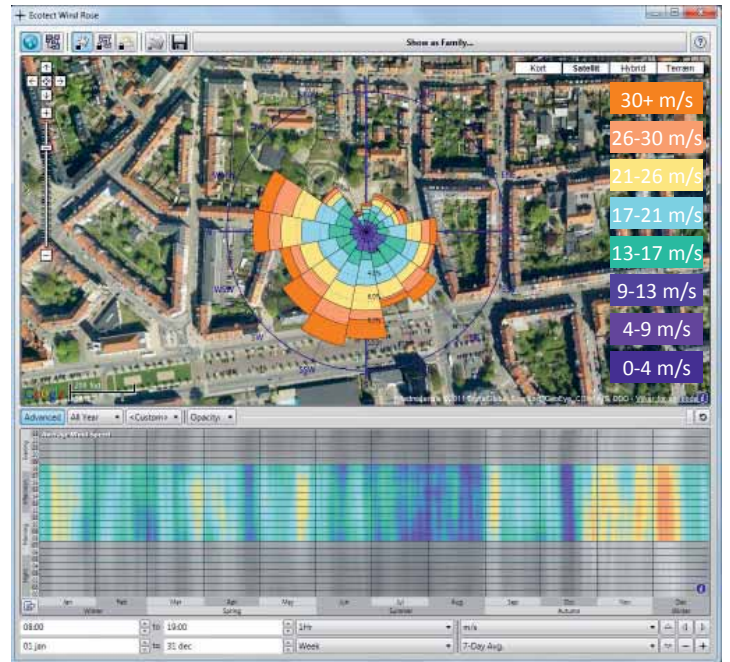
VINTER SOLHVERV

Dato: 21.dec / Solopgang: 08.58 / Solnedgang: 15.35 / Solhøjde: 11.8°

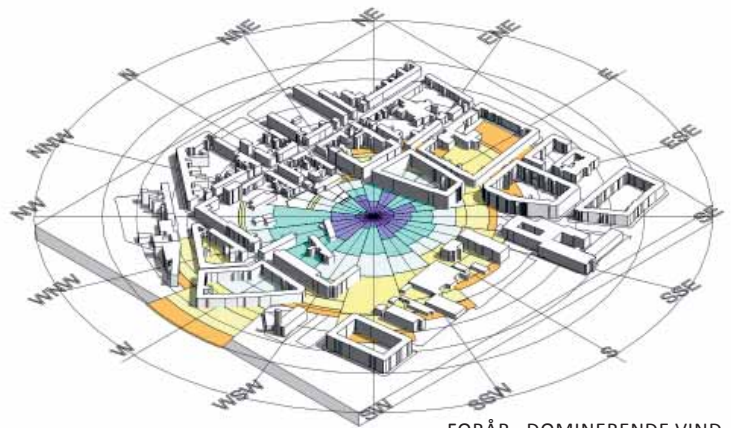
VIND

Ved udarbejdelsen af skolen, er det vigtigt at tage hensyn til vinden i forhold til designet af udearealer. Udformningen og placeringen af skolen skal være med til at danne udearealer med læ, så de kan anvendes til ophold og leg. Det er derfor vigtigt at bygningen og beplantning placeres i forhold til den fremherskende vind så disse kan være med til at skærme af for vinden. Ligeledes kan rum hvor naturlig ventilation tænkes anvendt med fordel placeres med åbninger imod den fremherskende vind i de måneder hvor dette tænkes anvendt, dog med forbehold for eventuelle problemer med forurening og støj fra trafik.

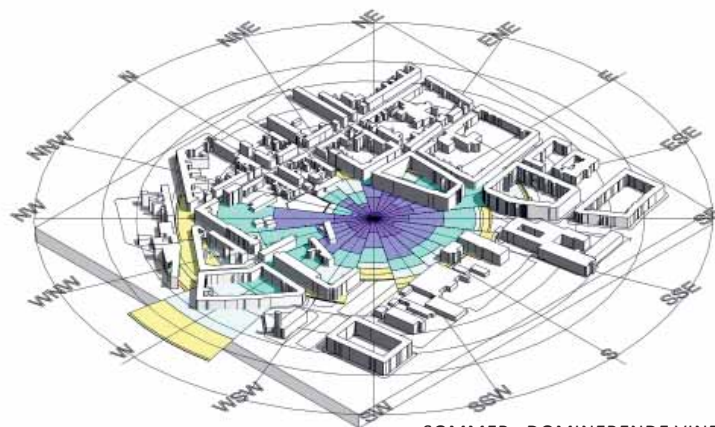
Til dette benyttes Project Vasari, som giver mulighed for at præsentere vindroser direkte i google maps og modellen, samtidig med at vindroser kan tilpasses et specielt tidsrum eller periode på året. Vindrosen til højre viser den procentvise fordeling af vindhastighederne over et år, i tidsrummet 8-18 om dagen. Det er dog vigtigt at bemærke at vejrdata stammer fra en målestation i Højbjerg, lidt syd for Aarhus. Vindroserne indeholder dermed en vis unøjagtighed i forhold til de lokale bymæssige forhold på grunden, med forstærket vind fra Ingerslevs Boulevard og turbulens fra boligblokke.



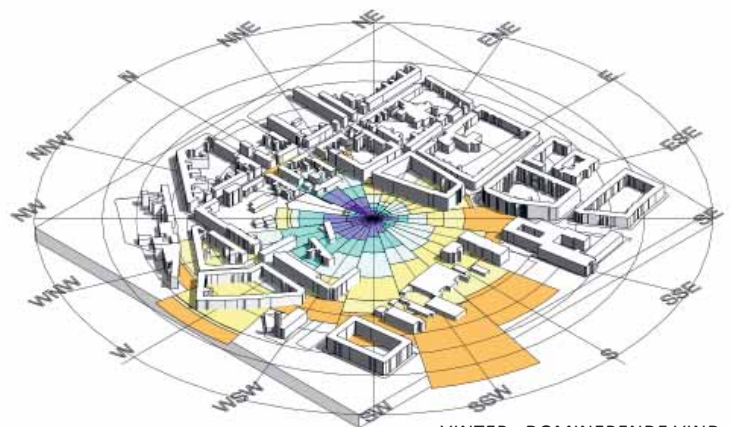
EFTERÅR - DOMINERENDE VIND



FORÅR - DOMINERENDE VIND



SOMMER - DOMINERENDE VIND



VINTER - DOMINERENDE VIND

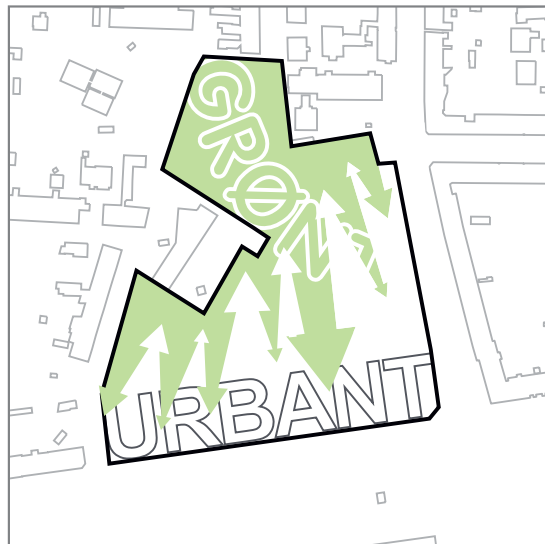
KONKLUSION KONTEKST

2.1.5

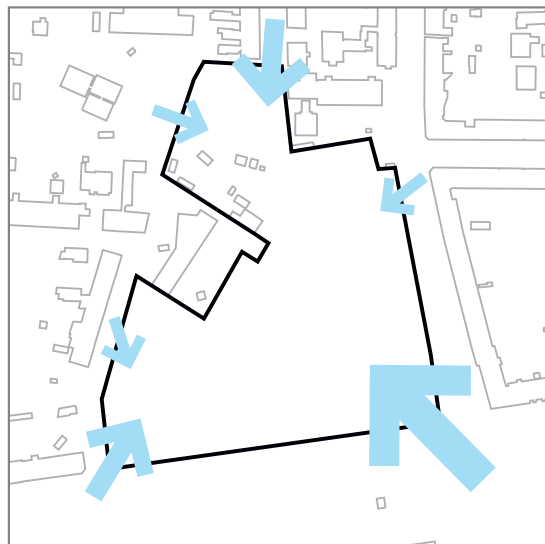
Med den politiske beslutning om at placere en ny midtbyskole på grunden ved Skt. Anna Gade, følger en række store udfordringer med opgaven. Legepladsen Skolemarken, som i dag er et mødested for børn i alle aldre samt for øvrige borgere og gæster, og er et rekreativt og velfungerende grønt åndehul i Frederiksbjerg, skal bevares. Deudover skal der skabes nye attraktive udearealer, der spiller sammen med og forstærker de eksisterende tilbud på legepladsen Skolemarken. Flow og forbindelser igennem området er derfor vigtige i forhold til den nære kontekst, og for at kunne etablere et "børn og unge miljø" på grunden, med gode forbindelser imellem de eksisterende daginstitutioner og den nye skole.

En anden vigtig ting som skal sikres, er samspillet mellem den ny skole og N.J. Fjordsgades Skole, og det forenings- og fritidsliv som genhuses eller flytter ind i den gamle skole, på modsatte side af Ingerslevs Boulevard. Den nye skole skal derfor være åben og invitere det omkringliggende samfund indenfor, og koble sig på konteksten som mere end bare en skole. Bearbejdningen af hjørnet mod Ingerslevs Plads er derfor essentielt, da dette hjørne i dag inviterer folk indenfor på området og trækker nysgerrige sjæle til - en kvalitet som ønskes bevaret.

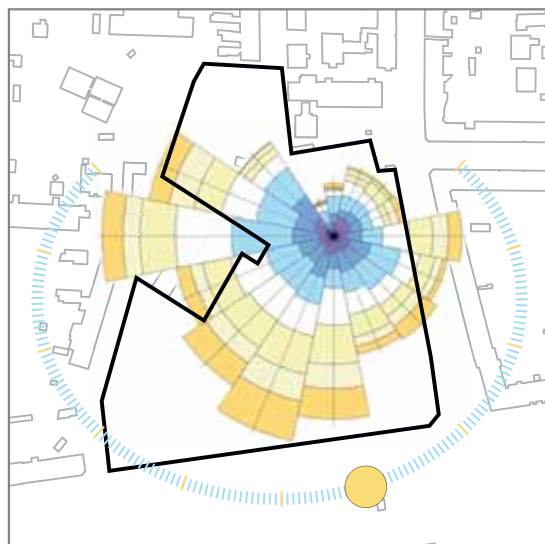
Målet og udfordringerne ved etableringen af en ny skole på grunden, er derfor ikke så forskellige fra Ambt og Kampmanns mål med planen for den nye byudvidelse fra 1898. Her var målet at tilvejebringe pladser til den brede befolkning som gav dem mulighed for at dække forskellige materielle og åndelige behov og tilfredsstille visse samfundskrav. Behov og krav, som beboerne i området i dag får tilfredsstillet af de kvaliteter som området i dag besidder. Ved etableringen af den nye midtbyskole, er det derfor vigtigt at sikre gode attraktive udearealer og pladser, til børnene på skolen såvel som borgere og brugere i nærmiljøet.



Skolemarkens grønne areal skal bevares og flettes sammen med den nye skoles mere urbane karakter som skal forholde sig til den nærliggende kontekst, for at sikre sammenhæng og synergi.



Flow og forbindelser skal bevares igennem området og den nye skole skal være åben og imødekommende, og invitere nærmiljøet indenfor.



Placering og orientering af den nye skole skal sikre attraktive udearealer med sol og i læ for vinden og sikre et bæredygtigt bygningsdesign.

**IT SEEMS OBVIOUS
BUT IS OFTEN FOR-
GOTTEN: TEACHING
AND LEARNING
SHOULD SHAPE THE
BUILDING, NOT VICE
VERSA. [39]**

2.2

SKOLE

Dette er det andet afsnit i ANALYSEN, og har til formål at redegøre for visionerne til den nye skole og hvilke krav der stilles til et nutidigt skolebyggeri.

2.2.1 FOLKESKOLENS FORMÅL

2.2.2 SKOLEBYGGERIET HISTORIE

2.2.3 VISIONER

2.2.4 TENDENSER I SKOLEBYGGERI

2.2.5 LÆRINGSSTILE

2.2.6 FOKUSPUNKTER

2.2.7 HELLERUP SKOLE

2.2.8 HADSUND SKOLE

2.2.9 ORDRUP SKOLE

2.2.10 KONKLUSION SKOLE

FOLKESKOLENS FORMÅL

2.2.1

Den danske folkeskole er en vigtig ramme for børn og unges opvækst og udvikling. Det er her integrationen begynder og ressourcetsvage børn ideelt set får mulighed for at klare sig i det videre liv. Det er samtidig her vores forståelse for demokratiets og samfundets spilleregler bliver grundlagt og folkeskolen er dermed en særdeles vigtig brik i samfundets opbygning.[40]

// Folkeskolen skal udvikle arbejdsmetoder og skabe rammer for oplevelse, fordybelse og virkelyst, så eleverne udvikler erkendelse og fantasi og får tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling og handle.//

// Folkeskolen skal forberede eleverne til deltagelse, medansvar, rettigheder og pligter i et samfund med frihed og folkestyre. Skolens virke skal derfor være præget af åndsfrihed, ligeværd og demokrati.//

// Folkeskolen skal i samarbejde med forældrene give eleverne kundskaber og færdigheder, der: forbereder dem til videre uddannelse og giver dem lyst til at lære mere, gør dem fortrolige med dansk kultur og historie, giver dem forståelse for andre lande og kulturer, bidrager til deres forståelse for menneskets samspil med naturen og fremmer den enkelte elevs alsidige udvikling.// [41]



SKOLEBYGGERIET HISTORIE

2.2.2

Op igennem tiden har skolebyggeri udover at være præget af den arkitektoniske tidsalder også afspejlet tidens pædagogiske tankegang. Igennem historien er der i Danmark opført mange forskellige slags skoler og indtil midten af 1900-tallet, havde de disse forskellige skoletyper trods alt mange træk til fælles. I 1930'erne kom der nye bygningstyper til og især fra 1970'erne og frem er der kommet mange nye kreative bud fra arkitekter på nye skoletypologier.[42]

Ses der på de forskellige eksisterende danske skoler, kan de dog inddeles i tre overordnede bygningstyper med hver deres karakteristiske træk, som erhvers- og byggestyrrelsen i deres modelprogram for folkeskoler har valgt at kalde *Etageskole*, *Funktionsopdelt skole* og *Rumfleksibel skole*. [42] De tre kategorier udgør omtrent en tredjedel hver af de danske skoler, og stammer fra hver deres tidsalder der afspejler tidens pædagogiske tankegange.

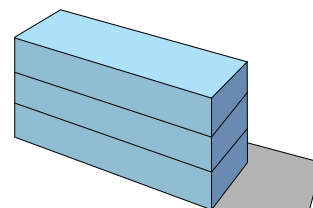
I takt med at vores samfund igennem årene har udviklet og ændret sig, har skolernes fysiske rammer også ændret sig. I dag er vores samfund et helt andet og mange på arbejdsmarkedet arbejder både selvstændigt og i teams, kreativt og resultatorienteret. Det betyder også ændringer i de måder, børnene har brug for at lære at arbejde på - og dermed også ændringer i skolens arbejdsformer.

Derudover skal børnene skabe et voksenliv i fremtidens samfund, hvis normer og kendetegn endnu ikke kendes. Det er derfor vigtigt at skolen er i konstant forandring og udvikling, for at ruste børnene mest muligt.

ETAGESKOLEN

'Etageskolen' er betegnelsen for de ældre byskoler der typisk er fra slutningen af 1800-tallet. De er typisk 3-4 etager med en hovedtrappe der forbinder de forskellige etager. Klasserum og faglokaler ligger typisk struktureret efter hinaden, og udearealerne er typisk blevet mindre med tiden.[43]

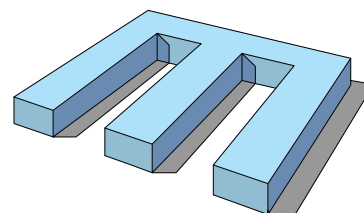
Arkitekturen understøtter datidens lærings- og ledelsesprincip, hvor lærere underviste fra et forhøjet podie og fortalte eleverne det de ifølge læreren burde vide. En undervisningsform der stammer tilbage fra at de før-ste lærere var præster i latinskolerne, og dermed bygget over en model af Folkekirken.[44] N.J. Fjordsgade skole fra 1910 og tilhørende skolegård er et klassisk eksempel på denne type 'Etageskole'.



FUNKTIONSDOPDELT SKOLE

Den 'Funktionsopdelte skole' blev især opført i 50'erne og 60'erne, og var typisk designet ud fra at de først og fremmest skulle være rationelle at drive. I de stramme funktionsopdelte bygninger, var der en klar opdeling mellem klasseværelser, faglokaler, gymnastiksale og personalerum - typisk i form som en kam.

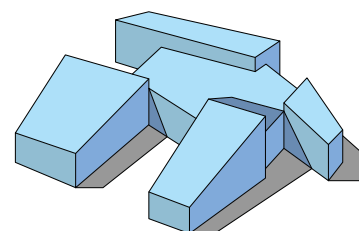
Skolerne var ofte i én etage og blev anlagt i nye boligområder, der medførte plads til store udearealer. Elever og lærere var ligeledes mere ligeværdige, hvilket understreges af den flade struktur.[45]



RUMFLEKSIBEL SKOLE

Siden 1970'erne er der blevet eksperimenteret med en 'Rumfleksibel skole', hvor arkitekturen typisk er opbygget med en høj grad af rumlig fleksibilitet, hjemområder og mindre skoler i skolen.

Den rumfleksible skole understreger ligeledes den nye skolepædagogik, hvor man taler mere om læring frem for indlæring. Noget der bør foregå i samarbejde mellem elever og lærere, og hvor der er fokus på en vekslen mellem holdundervisning, individuelt arbejde, gruppearbejde og tværfaglige projektarbejde på tværs af klasser. [45]



VISIONER

2.2.3

I dette afsnit vil der blive lavet en kort opsummering af de visioner som Aarhus Kommune igennem pressen, Aarhus Kommunes hjemmeside og Høringsudkastet til aftalen om en ny midtbysskole har givet udtryk for at de ønsker den nye skole skal besidde. Ligeledes vil der blive redegjort for N.J. Fjordsgades Skole vision for det nye skolebyggeri.

AARHUS KOMMUNES VISION

Udvalget for Børn og Unge, ved Aarhus kommune har en vision om at skabe fremtidens skole som kernen i et sammenhængende børne- og ungemiljø i midtbyen. Derudover skal fremtidens skole ikke kun være til glæde og gavn for elever og lærere, men for hele nærmiljøet.[46] En skole der åbner sig mod sine omgivelser ved at være tilgængelig det meste af døgnet og i sin opbygning at signalere åbenhed og imødekommenhed overfor nærmiljøet på Skt. Anna Gade.[47] Den skal indgå i et godt samspil med de fremtidige aktiviteter på N.J. Fjordsgades Skole for forenings- og fritidslivet og der lægges desuden afgørende vægt på, at Skolemarken bevares, så området fortsat kan være et grønt åndehul og mødested for børn i alle aldre samt øvrige borgere og gæster.[48]

"DET ER EN UNIK MULIGHED AT BYGGE EN NY, ATTRAKTIV SKOLE MIDT I AARHUS, SOM VIL FÅ POSITIV BETYDNING FOR BYENS BORGERE I MANGE ÅR FREM."

- Rådmand, Jacob B. Johansen [51]

Aarhus Kommune har samtidig intentioner om at gå forrest i udviklingen af fremtidens folkeskole. Skolen etableres som forbillede for bæredygtigt byggeri, bæredygtigt i forhold til pædagogik, økologi, energi, lyd og samspil med omgivelserne. Et byggeri med et lavt energiforbrug, godt indeklima og minimal CO2-belastning.

Tanken er ligeledes at den nye skole giver mulighed for mærkbare forbedringer af det pædagogiske miljø og dermed skabe øget trivsel og læring hos børnene. En trivsel og læring som vil blive yderligere forstærket af et undervisningsmiljø baseret på den nyeste viden om lyd, indeklima, støj og lys - et miljø, hvor ordentlig lys, optimale lydforhold og god luft er hverdag.[46]

Med visionen om at flere vælger distriktsskolen, skal der være plads til 850 elever. Skolen vil være på 12.750m² inkl. fritidsklub og SFO, og tagarealerne kan dermed med fordel anvendes for at opnå et acceptabelt stort friareal på Skt. Anna Gade grunden.[49]

Ambitionen er at skabe rammen om et samspil mellem børne- og ungemiljøet og forenings- og fritidsmiljøet, der kan støtte byens kandidatur som Europæisk Kulturhovedstad i 2017.[50]

N.J. FJORDSGADE SKOLES VISION

RULL er en sammentrækning af RUM til Leg og Læring og er betegnelsen for det program, hvor Aarhus Kommune investerer i pædagogisk og teknisk modernisering af dagtilbud, skoler og fritidstilbud.

RULL har til formål at skabe spændende og fremtidssikrede læringsrum og RULL-Visionen i midtbyen er "Bæredygtige børne- og ungdomsliv i byens puls" med kerneordene: mangfoldighed, dannelse og læring.[52] Ledelse og medarbejdere på N.J.Fjordsgades Skole har omsat det til en vision for fremtidens skole, som kan læses på modstående side.

Hele personalet på N.J. Fjordsgades skole har ligeledes været på camp med Fritids- og ungdomsskolerådet på Frederiksbjerg for at debattere fremtidens skole.[54] I høringsudkastet fra Aarhus Kommune kan et uddrag til medarbejdernes uddybende beskrivelse læses.[55]

Her stilles nogle af de væsentlige krav og mål op, som medarbejderne er kommet frem til at den nye skole skal indeholde og understøtte.

// *Bevægelse i læringsituationen er fremmede for indlæringen. Skolens arbejde i dag med læringsstile, udeskole og faglige fordybelsesdage er eksempler på, at skolen tilrettelægger undervisningen med vægt på aktivitet og kropslighed.*//

// *I børne- og ungemiljøet skal der være rum og rammer til formidling og fordybelse, bevægelse og eksperimenter og meget mere.*//

// *Børn på forskellige udviklingstrin har brug for forskellige aktiviteter, metoder, abstraktionsniveauer og pædagogiske rammer.*//

// *Byggeriet vil skabe engagement i inspirerende rum. Vekslen mellem forskellige rum, ude og inde, fremmer forståelsen af at kunne vælge og tilpasse situationen for både børn og voksne.*//

// *Alle er del af bæredygtige fællesskaber, hvor der er plads til forskellighed. Den nye skole bygges med forskelle i rummeligheder, så dét arbejde imødekommes.*//

// *Glidende overgange mellem de forskellige udviklingstrin, så børnene får en glidende overgang fra børnehave til skole og fra SFO til klub og videre til ungdomsskole.*//

// *Skolen skal være samlingssted for lokalområdet. Den skal kunne være ramme om såvel planlagte som spontane aktiviteter.*//

"I FREMTIDENS SKOLE STÅR DET SOLIDE **FÆLLESSKAB** CENTRALT. ET FÆLLESSKAB, HVOR DER BÅDE ER PLADS TIL INDIVIDUELLE HENSYN, UDFORDRINGER OG FORVENTNINGER, OG HVOR FÆLLES OPLEVELSER, LÆRINGSSITUATIONER OG VENSKABER UDTRYKKER **MANGFOLDIGHEDEN** I FÆLLESSKABET.

GENNEM VEKSLEN MELLEM FORMIDLING OG **FORDYBELSE**, ANVENDELSE AF FORSKELLIGE UNDERVISNINGSTEKNOLOGIER OG TID TIL EFTERTANKE BEVIDSTGØRES BØRNENE OM DERES LÆRINGSKOMPETENCE.

I FREMTIDENS SKOLE ER DER PLADS TIL ALLE. DER ER FOKUS PÅ **TRIVSEL** OG GLÆDE, OG AT ALLE LÆRER AT GØRE SIT BEDSTE. RUMMELIGHED OG OMSORG FOR HINANDEN BIDRAGER TIL LIVSDUELIGHED OG DEMOKRATISK **DANNELSE**." [53]

TENDENSER I SKOLEBYGGERIET

2.2.4

Gennem de seneste år har fokus i skolebyggeriet været på, at skolearbejde i dag udgøres af mange forskelligartede aktiviteter.[56] Der har været flere ambitiøse projekter, der har omfattet nytænkning inden for udvikling af læringsmiljøer med ønsket om at skabe de bedste skoler, hvor SKUB i Gentofte Kommune er en af disse og omfatter 12 skoler, 2 nye multihaller og 4 tandlægeklinikker. Et projekt der er udpeget af EU-Kommisionen som forbillede inden for innovation og kreativitet.[57] Grundideen i 'SKUB' er at barnet er i centrum og at det gode læringsmiljø tillader differentieret læring ud fra tanken om at alle lærer forskelligt.

"Det velfungerende fællesrum balancerer mellem hård og blød programmering og mellem åbenhed og lukkethed. For ligesom det åbne ukodede rum ikke giver reel fleksibilitet, fordi selv en enkelt aktivitet kan "fylde" rummet, giver det hårdt programmerede og hårdt opdelt rum heller ingen fleksibilitet, fordi det låser og begrænser mulighederne." [58]

I dag ses der en klar tendens til, at skolebyggeriet udføres med henblik på at opnå rumlig og funktionel fleksibilitet ifølge Per Olsen, arkitekt med speciale i skolerådgivning.[59] Dette gøres blandt andet ved at:

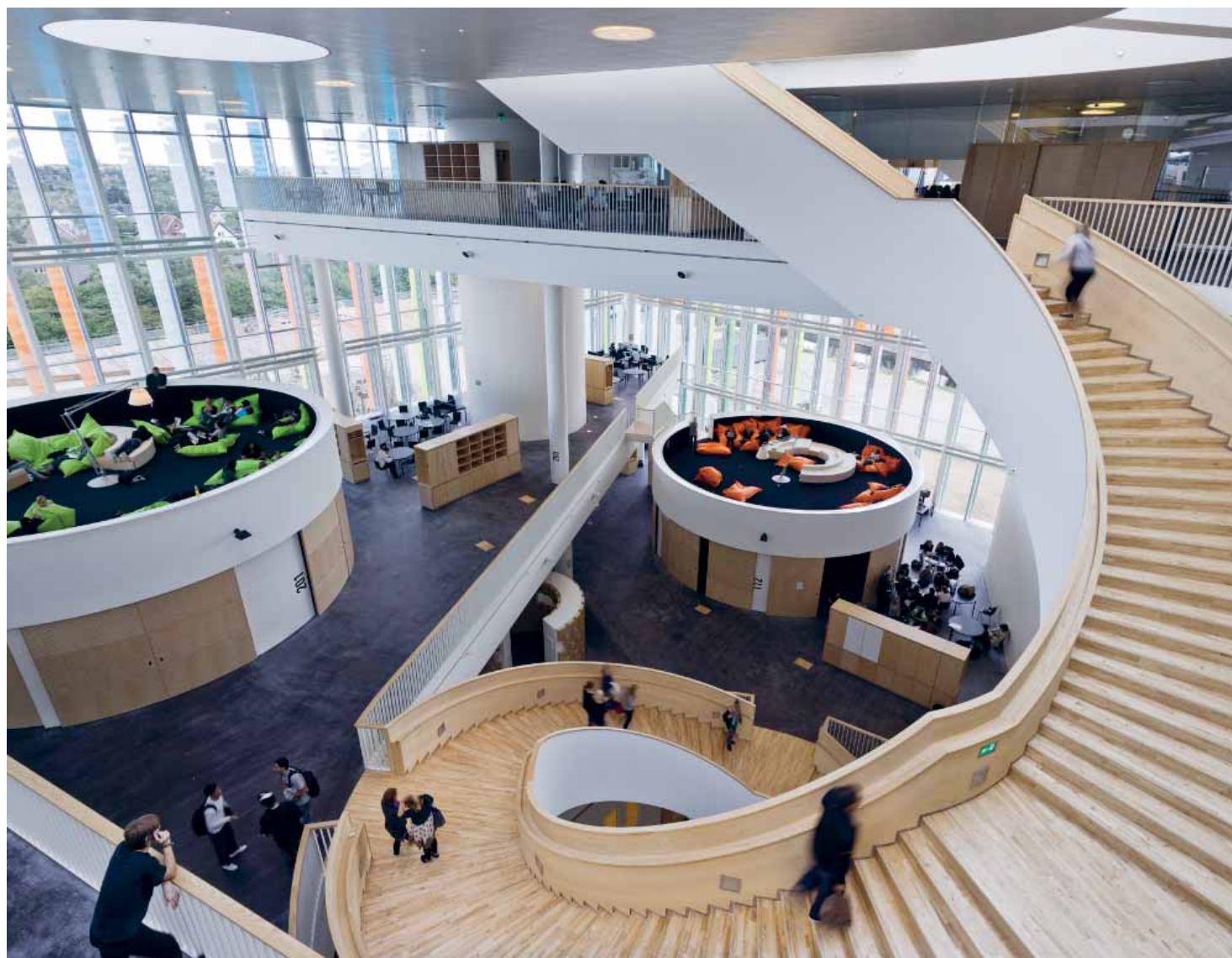
// Klasselokaler slås sammen og ofte med dobbeltdøre eller folde vægge imellem. Derudover inddrages gange til ekstra areal og der opstår et hjemmeområde i stedet for klasselokale.

// Skolebiblioteket er omdøbt til skolens pædagogiske servicecenter og flyttes til en central placering, hvor der kan arbejdes i grupper eller selvstændigt og benyttes af alle elever.

// Der laves udbygninger på ydermure, som kan fungere som arbejdsrum til gruppearbejde. Større klimaskærm kan dog have betydning for lys og varmeforhold.

// Faglokaler lægges ofte i sammenhæng med hinanden gerne tæt på klasseenhederne, for at muliggøre samspil og forløb på tværs af fag.

// Flere skoler integrerer indskoling og SFO i samme lokaler.





2
EB
S4
ES4

KABET
TOEDELINGT ANERKENDT
ORISK
KVALITET AF STATENS
BUDGÆTTEDETSNÆVN.
MA IKKE
S
FELTER

BRODER
BE
BLEV
DEN
FR
BLIND
UK
DØ
FET
DEN

LÆRINGSSTILE

2.2.5

Det er i dag en kendsgerning at alle mennesker har deres individuelle måde at lære på og dette skyldes især de amerikanske professorer Dr. Rita Dunn og Dr. Kenneth Dunn. De har siden 1970'erne arbejdet med det amerikanske begreb 'Learning Styles' (Læringsstile) og har forsket i under hvilke betingelser, at man bedst lærer nyt og vanskeligt stof. [60]

Deres udgangspunkt er at alle er forskellige og har visse præferencer for læringsmiljø og -metode, igennem hvilke de lærer bedst, og som for andre kan være uden nogen som helst effekt. Det varierer fra person til person, og kan ligeledes ændres over tid og miljømæssig stimuli. [60] Dunn og Dunn definerer læringsstile som:

"...the way in which each individual begins to concentrate on, process, absorb and retain new and difficult information." [61]

Altså handler det om hvordan vi koncentrerer os og behandler og husker nyt og vanskeligt stof. Et andet vigtigt aspekt er de såkaldte 'strengths', som Dunn og Dunn kalder det, eller det at vi

alle har særlige læringsmæssige forcer. Især i disse situationer er det vigtigt at læringsmiljøet er fleksibelt og tilgodeser den enkelte elevs foretrukne læringsstil. [62] Læringsstilsmodellen er udviklet af Rita og Kenneth Dunn, for at kortlægge hvilke stimuli, der influerer på vores måde at lære på.

Begrebet læringsstile er vundet frem i pædagogisk sammenhæng de senere år, og i TV2-dokumentaren 'Skolen' fra 2008 ses det hvorledes det ved hjælp af systematisk fokusering på elevernes læringsstile lykkedes at forbedre elevernes evner og trivsel markant. [63] Det er Svend Erik Schmidt, forfatter og ekspert i læringsstile, der i samarbejde med skoleledelse og medarbejdere får skolen til at rykke 1000 pladser frem og op i top 100 over Danmarks fagligt bedst præsterende skoler - på blot 100 dage. [64]

På N.J.Fjordsgades Skole som skal flytte ind i den nye midtbyskole, anvendes læringsstile allerede aktivt i undervisningen samtidig med at medarbejdere bliver uddannet i læringsstile. De er ligeledes meget opmærksomme på at den nye skole skal indeholde lokaler der understøtter arbejdet med læringsstilene. [65]

EN AF DE TING VI MENNESKER HAR TIL FÆLLES, ER AT VI ER SÅ FORSKELLIGE.

- Svend Erik Schmidt [66]



HVORDAN LÆRER BØRN BEDST :

1. Nogle børn lærer bedst i et køligt lokale, mens andre børn lærer bedst i varme lokaler.
2. En del børn har brug for at drikke eller småspise, hvis de virkelig skal koncentrere sig om at lære.
3. Nogle børn lærer bedst alene, andre lærer bedst i par. Nogle få børn lærer bedst i grupper eller ved klasseundervisning.
4. Dunkel belysning får mange børn til at slappe af og føle velbehag, mens stærkt lys ofte stresser børnene og gør dem ukoncentrerede.
5. Børn lærer på vidt forskellige måder. Nogle børn er gode til at modtage en mundtlig instruktion, andre børn har det bedst med skriftlige instruktioner. En tredje gruppe har behov for konkrete materialer, mens en fjerde gruppe har brug for at have kroppen med. Det har intet med intelligens at gøre.
6. Mange børn tænker og husker bedre, når de arbejder i et lokale med musik eller baggrundsstøj.
7. Mange børn – især drenge – lærer bedst, når de har mulighed for at bevæge sig, mens de lærer.
8. Mange børn lærer bedst op ad dagen og en del børn lærer faktisk bedst sidst på eftermiddagen eller om aftenen.
9. Mange børn har brug for at vide, hvorfor de skal lære det pågældende stof. De skal kunne se det nyttige i at lære stoffet her og nu, inden de er motiverede for at gøre det.
10. Mange børn har svært ved at koncentrere sig, når de skal sidde på en hård stol i længere tid. De har brug for at bevæge sig, når de skal lære noget nyt.

Professor Rita Dunn og professor Kenn Dunns mange års forskning viser banebrydende resultater i forhold til vores almindelige opfattelser om læring.[67]



FOKUSPUNKTER

2.2.6

I Modelprogrammet for Folkeskoler, udviklet af Erhvervs- og Byggestyrelsen, pointeres tre fokusområder, der hver især belyser de udfordringer og behov skolen kan have. Det drejer sig som læringsfleksibilitet, trivsel og samarbejde. Disse områder er opstået ud fra analyser og er siden blevet kvalificeret af enkeltpersoner og organisationer.[68] De vil i det efterfølgende blive uddybet med henblik på at danne et overblik over hvorledes disse fokuspunkter kan sikres i det nye skolebyggeri.

LÆRINGSFLEKSIBILITET

Læringsfleksibilitet er en nødvendighed i nutidens skoler, eftersom der veksles meget mellem individuelt arbejde, gruppearbejde, klasseorienteret undervisning og undervisning på tværs af klasser og klassetrin. Der er ligeledes meget fokus på den enkelte elevs evne og udvikling, og der er derfor behov for at tilbyde diversitet i de miljøer, hvor undervisning og læring foregår, så det er nemt og hensigtsmæssigt at skifte imellem dem.[69] Læringsfleksibilitet i form af forskellige krav og behov på de forskellige klassetrin er ligeledes nødvendigt.[70]

Indskolen

Indskolen vil typisk have behov for et aflukket klasselokale, med mulighed for fleksibilitet indenfor rummets fire vægge eftersom fællesrummet forstyrrer indskolings elever for meget. Der skal være en høj grad af hjemlighed og sporbarhed, samt nicher og hyggelokke, og udearealer skal være zoneopdelte legemiljøer med legeinventar.

Mellemskolen

Mellemtrinnet stiller mere krav om fleksible rumligheder til forskellige læringsituationer, behov for hjemlighed og mellemzoner til sociale møder og uformelle snakke, med et udemiljø med afvekslende terræn, kroge til snak, store gynger og boldbaner.

Udskolingen

Udskolingens rumlige behov stiller krav til fleksible rumligheder, men hvor læreren har mulighed for visuel kontakt med alle. Der er ligeledes krav til bløde mellemzoner i pauser og udearealer i afvekslende terræn med kroge, bænke/trapper, gynger og boldbaner.



SAMARBEJDE

Folkeskolen har igennem de seneste årtier udviklet sig til at være en aktiv del og medspiller i lokalmiljøet - et medborgerhus og en kulturinstitution der tilbyder mere end undervisning af børn. Den nye skole skal derfor åbne sig fysisk op mod lokalsamfundet, og inviterer brugergrupper og foreningsliv indenfor.[71]

Derudover skal skolen understøtte muligheden for at lærere kan arbejde sammen og tilrettelægge undervisningen, på tværs af faglighed og årgange.

TRIVSEL

Der er blandt internationale forskere etableret evidens for en tæt sammenhæng mellem trivsel, motivation og læring, i løbet af de seneste år. God trivsel øger det enkelte barns selvværd og tryghed. Trygge børn med et godt selvværd skaber en god platform for læring. Den danske forsker Hans Henrik Knoop forklarer sammenhængen således: "Vi stræber også efter at have det godt, på mindst tre niveauer: Det gode liv nu-og-her, det engagerede liv på længere sigt og det meningsfulde liv på et højere plan. De dimensioner spiller ind i forhold til om et læringsmiljø er godt, hvilket det næppe er, hvis eleven kun tænker på risikoen for at blive drillet i næste frikvarter eller mere permanent har ondt i sjælen."[72]

Gode tilhørsforhold kan medføre trivsel og tilhørsforhold kommer af at man føler ejerskab af noget, enten alene eller i fællesskab for eksempel et hjemområde eller et skab. Ved hjælp af rum og aktiviteter kan der dermed skabes en stærk fælles kultur, som skaber en positiv identifikation og dermed danne og dyrke mindre sociale fællesskaber i det store. Forskning tyder ligeledes på at fysisk aktivitet, trivsel, koncentration og læring hænger sammen. Bygning og udearealer kan dermed være med til at understøtte fysisk aktivitet og bevægelse, og på den måde være med til at påvirke trivsel og læring på skolen.[72]

Med udgangspunkt i 'Modelprogram for Folkeskoler's gennemgang af de tre fokusområder, præsenteres her et overblik over hvilke virkemidler og designprincipper, der har størst betydning indenfor de tre fokusområder. Opdelt i bygningsfysik, zoning, indretning, opkobling, adfærd og IT. Dette med henblik på at benytte disse virkemidler i skitseringsfasen og efterhånden som projektet tager form.



"BØRN DER IKKE TRIVES, KAN IKKE LÆRE - VOKSNE DER IKKE TRIVES, KAN IKKE UNDERVISE."

- Skoleleder[73]

BYGNINGSFYSIK

// Klasserummets form og størrelse // Vertikal udnyttelse // Kroge i fællesrummet // Depoter // Depoter i gangarealer // Garderobe // Rummets form og indhold // Bevægelsesfremmende muligheder // Strategisk samarbejde om faglokaler // Lokaler til flere målgrupper // Kulturrum // Forældrerum // Projektarbejdsrum // Udearealer for hele kvarteret // SFO

ZONING

// Afmærkning på gulvet // Vertikal zoning i fællesrum // Lys // Belægninger og underlag // Markering i terræn // Ud- og indadvendte funktioner // Arbejdsstationer // Hjemlighed // Midlertidighed // Zoner til forskellig adfærd // Plads til mange aktiviteter // Alders- og kønsmæssige forskelle

INDRETNING

// Mobilt og særligt inventar og møbler // Støjreducerende inventar // Arbejdsstationer i gangarealer // Udendørs arbejdsmøbler og inventar // Bogopbevaring // Læsepladser // Ejerskab // hjemlighed og tilknytning // Atmosfære // Leg // Kunst // Integreret SFO

OPKOBLING

// Inkludering af naborum // Modtagelsesrum // Balanceret transparens // Foldevægge mellem klasseværelser // Antallet af indgange // Placering i skolen // Placering på grunden // Adgang mellem ude og inde // Mellemzoner

ADFÆRD

// Frihed under ansvar // Adfærdskodeks // Strategisk tanker om fællesrummet // SFO og indretning // Fordeling over tid // Fællesskab // Fælles adfærds regler // Fællessamlinger // Fællesrummet som auditorium // Børn i personalerum

IT

// Nem IT-adgang // arbejdsstationer // Fælles læring i brug af IT



HELLERUP SKOLE

2.2.7

Dette er det første af i alt tre beskrivelser af relevante referenceprojekter. Disse projekter er valgt da de hver især indeholder forskellige aspekter og skala, samt forskellige principper, tilgange og arkitektur som kan anvendes til inspiration og reference til den nye midtbyskole.

Hellerup skole er tegnet af Arkitema og ligger i det tidligere industriområde, Tuborg Syd i Gentofte. Den stod færdig i 2002 og er på 8200m² med plads til 750 elever på tre spor. Den er opført ud fra SKUB, Gentoftes Kommune skoleudviklings- og udbygningsprojekt, hvor barnet er i centrum og hvor visionen er at bygge skoler som styrker faglige, sociale og personlige færdigheder.[74][75]

KONCEPT

Skolen er opbygget med et stort trappeområde i midten, der fungerer som bygningens hjerte. Her spiser de fleste elever deres frokost og der er plads til ophold, undervisning, gruppearbejde, fremlæggelse og filmforevisning for større forsamlinger. De fysiske og psykiske afstande er minimeret, og kommunikationsveje foregår i alle retninger omkring skolens indre. De centrale funktioner, med en række fleksible og åbne rum, er placeret omkring trapperummet og denne åbne struktur får bygningens tre etager til at virke som ét stort rum.

Skolen er opdelt i ni såkaldte hjemområder, der typisk består af omkring 75 elever, med tilknyttede lærerteam. Lærerfaciliteter er en integreret del af hjemområdet og formår på den måde at gøre den fysiske og psykiske afstand mellem lærer og elev kortere. Hjemområderne er indrettet så det passer til elevernes alder, der sikrer tryghed for den enkelte. Der er ligeledes mobile vægge, skabe, reoler og skærmvægge så hjemområdet kan opdeles i mindre rum og klasserne kan præge deres eget hjemområde. Derudover kan eleverne frit benytte gulve til både leg, læring og ophold, da både lærere og elever skifter til indesko når de ankommer. Gulvflader der består af trapper, plateauer, balkoner og broer, hvor børnene kan sidde, slænge sig, stå og bevæge sig.

Undervisningen foregår i hjemområderne og er placeret i mere rolige hjørner. De er ligeledes delt op i træningszone, hjembase og en fællesflade. Træningszonen ligger i den yderste del af bygningen, og her der er mest ro til fordybelse. Hjembasen er placeret mellem træningszonen og bygningens centrum, og hvert hjemområde har tre hjembaser, der er samlingspunkt for klassens sociale aktiviteter. Fællesfladen ligger længst inde mod bygningens centrum og er sammenhængende for hele hjemområdet, hvor der er sidde-miljøer og et miniauditorium. Her fremlægger eleverne ligeledes præsentationer for hinanden, som er et vigtigt element i skolens pædagogiske grundidé

AKUSTIK OG LYS

For at regulere akustikken og for at tilføre det store rum støjlighed og varme, er der i hele trappeområdet anvendt træ på vægge og som værn mod atriet. Træet er høvlede, brandimprægnerede fyrretræslisters opsat lodret og med bagvedliggende filt og isolering.

Efter skolen er taget i brug, har der dog været mange akustiske problemer, der primært er opstået på grund af den konsekvente og ambitiøse åben-plan løsning, hvor der ikke er faste skillevægge. Der har ikke været tilstrækkelig med absorberende materialer og flader hvilket har resulteret i at undervisning i en klasse, pludselig bliver forstyrret af sang fra en anden.[76]

Trods bygningens bredde og længde som måler ca. 60 m, er lysforholdene gode i bygningen. Ovenlysvinduer og store vinduespartier i facaderne, sikrer trods bygningens bredde og længde som måler ca. 60 m, gode lysforhold i bygningens indre, der fordeler sig via de store trapperum.

KONKLUSION

Den pædagogiske model som Hellerup Skole bygger på afspejles tydeligt i arkitekturen. Skolens rum er udformet ud fra princippet om åbne fleksible rumligheder, der understøtter teorien om at børn lærer bedst på forskellige måder og i forskellige miljøer. Der er plads til at elever kan arbejde i grupper eller individuel fordybelse i rolige omgivelser og nicher. Med trapperummet som hjerte og omdrejningspunkt i midten og med en graduering af hjemområdet, kobles alle funktioner sammen og får dermed skolen til at fremstå som en helhed.

Det må dog konstateres at de åbne planer og arkitekturen ikke spiller helt sammen med pædagogikken som udføres i byggeriet. Der har efterfølgende været eksperimenteret med gardiner og gennemsigtige pvc-forhæng, for at afhjælpe de akustiske problemer som ikke var løst tilstrækkeligt.[76]



Stueplan for Hellerup Skole



HADSUND SKOLE

2.2.8

Hadsund skole er tegnet af JJW Arkitekter og Bjerg Arkitektur og placeret i udkanten af byen, på en eng ved Mariager Fjord. Den stod færdig i 2005 og er på 11.900m² med plads til omkring 900 elever.

TREDELING

Skolen er opdelt i tre afdelinger med hver deres indgang og fælles torv, bundet sammen af en fløj med faglokaler og med lærefaciliteter ved hver afdeling. Det vil sige tre små skoler i den store, hvor arkitekturen er tilpasset børnenes alder, fysik og intellekt.

Indskoling

Indskolingens lokaler er placeret omkring et fælles indvendigt gaderum, der virker som en overskuelige lille landsby med små kasser i overgangen fra klasselokale til gangareal. I indskoling har hver klasse egen indgang, garderobe og toilet samt aldersopdelte udendørsarealer, og deler samtidig lokaler med SFO. I indskolen er der ligeledes regler om brug af indesko, som har en positiv effekt i forhold til støjniveau og trivsel, da eleverne føler sig mere "hjemme".

Mellemtrin

Mellemtrinnet består af ni klasselokaler samlet omkring et fælles torv hvor der er plads til gruppearbejde, garderobe og toiletter. Klasselokalerne er udstyret med mobile vægge, der kan åbnes og giver dermed mulighed for undervisning i de enkelte klasserum den ene dag, eller hvor alle ni klasselokaler slås sammen til et stort undervisningslokale den næste dag. Tanken er god, men fungerer dog ikke i praksis - hvor lokaler i stedet bliver brugt på normal vis.

Udskoling

I udskoling er lokaler placeret omkring det store fælles torv i to etager, hvor der ligeledes er bibliotek, pædagogisk service center og områder til projektarbejde i større og mindre grupper, samt personlige lockers til hver elev. Dette torv er skolens kerne og omdrejningspunkt, med cafeteria, administration, idrætshal, svømmehal og auditorium placeret ud mod torvet. Et auditorium som er udformet som en rotunde, der med to meget store skydeporte gør at det både kan bruges til forelæsning for omkring 100 elever eller som scene ved teaterforestillinger, koncerter, foredrag og samlings. Skolens lokaler og faciliteter omkring torvet bliver ligeledes brugt af byens øvrige borgere, og det er dermed blevet til et af byens nye mødesteder - et supplement til det kulturhus, som er indrettet i den gamle skole midt i byen.

PROBLEMER

Skolen er oprindeligt bygget som åben-plan skole, uden døre til de enkelte undervisningslokaler og med glaspartier og skydedøre af glas mellem lokalerne, for at styrke muligheden for samarbejde og åbenhed på tværs af årgange og klasser. Men på grund af støj og ventilationsproblemer, har det efterfølgende været nødvendigt at isætte døre til klasselokaler og opdele de åbne torve med akustisk dæmpende skillevægge.

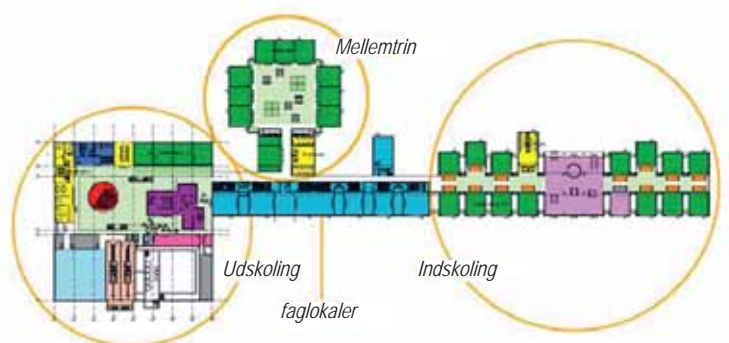
I klasselokalerne er der ligeledes problemer med træk om vinteren, da der udelukkende benyttes naturlig ventilation i klasselokalerne, med tidsindstillet udluftning i frikvartererne. Der er ligeledes problemer med dårlige lysforhold i klasselokalerne, hvor der især er problemer med blænding og flimrer på tv og smartboards. Dette skyldes især de store vinduespartier i facaden men ligeledes de mange transparente vægge til fælles- og gangarealer. Det indirekte ovenlys i fælles- og gangarealer fungerer dog rigtig godt, og disse føles lyse og luftige og giver lys inddirekte lys til klasselokalerne.

Skolens faglokaler ligger centralt placeret som et bindeled mellem ind-, mellem- og udskoling. De er bygget op med transparente glasvægge og visuel forbindelse igennem lokalerne, men også her er det mislykkedes med at få arkitekturen til at understøtte den læring som foregår i lokalerne. Eleverne har dog svært ved at koncentrere sig med de store glasarealer og gardiner er derfor trukket for hele tiden.

KONKLUSION

Opdelingen i tre afdelinger, der tilbyder aldersdifferentierede rum og fællesarealer med bløde møbler fungerer rigtig godt. Det giver samtidig mulighed for at skabe flere små skoler i den store skole, og på den måde lave mere intime områder. Dog er afstanden og overgangen imellem disse meget markante, og gør at kontakten imellem elever på tværs af klassetrin og afdeling bliver for stor. Den lange gang fra udskoling til indskoling understreger tydeligt dette, og børn fra indskoling føler sig heller ikke trygge ved at bevæge sig hen til udskolingens arealer, for eksempelvis at hente mad i kantinen, fortæler viseskoleder Lars Birger Sørensen. Det er derfor vigtigt med en graduering af disse overgange, for at opnå en skole hvor alle føler sig en del af fællesskabet og trives.

Mange af problemerne på skolen kunne have været undgået, eftersom arkitekt og kommune valgte løsninger, som ikke afspejlede skolens praksis, og som ikke havde opbakning hos lærerne. Hadsund Skole er dermed et godt eksempel på hvor vigtigt der er at arkitekturen understøtter den læring som foregår på stedet, og at der skal tages højde for tekniske aspekter som ventilation, dagslys og støj for at opnå en høj arkitektonisk kvalitet.



Figur XX. Plantegning af Hadsund Skole.



*"Vi fik et chok, da vi så de første tegninger med et meget stort torv og alt for små faglokaler. Og senere, da det gik op for os, at alle dørene var fjernet, og at man havde vedtaget en åben plan skole uden overhovedet at tage lærergruppen med i beslutningen."
- Mette Petersen, sikkerhedsrepræsentant Hadsund Skole [77]*

ORDRUP SKOLE

2.2.9

I forbindelse med SKUB i Gentofte Kommune, er Ordrup Skole i 2006 blevet bygget om. Det er det tidligere Bosch & Fjord som står bag indretningen af CEBRAS ombygning. Målet med ombygningen var at bringe skolens fysiske rammer i tæt samklang med den ønskede pædagogik og organisering og der er her gjort op med den traditionelle skoleindretning og i stedet skabt rum med plads til kreativ tænkning og varieret undervisning.

KONCEPT

Bosch & Fjord har taget udgangspunkt i at alle mennesker er forskellige, tænker forskelligt og lærer forskelligt i forskellige situationer og har skabt en komplet og udfordrende formgivning baseret på tre koncepter - 'ro & fordybelse', 'diskussion & samarbejde' og 'tryghed & nærvær'. Der er lagt vægt på at skolen skal opleves som et rart sted at være. Det er et gennemgående tema, som også har fået et legende udtryk, i skolens farver, udsmykning og inventarvalg. Ved at adskille aktiviteterne og skabe forskelligartede rum skabes der plads til forskellighed i både undervisning og leg, og læringssituationen optimeres. Der er samtidig designet specifikke tiltag til de forskellige alderstrin, da børn i indskolingen har brug for andre behov end børn på mellemtrinnet og udskolingen.

Indskoling

I indskolingen lægges der i de polstrede læserør op til ro og fordybelse, mens flytbare tæppestykker skaber midlertidige diskussions- og samarbejdsrum.

Mellemtrin

På mellemtrinnet kan man i de skulpturelle Hot Pots arbejde sammen i mindre fora eller trække sig tilbage for at læse og arbejde uforstyrret i de kulørte koncentrationsbåse.

Udskoling

I udskolingen er der mobile sofaøer på hjul som kan flyttes rundt på de skriggule gulve og bruges til koncentreret gruppearbejde, højlydte diskussioner eller filmfremvisninger. Derudover slanger et langt lysegrønt bord sig gennem et af lokalerne og danner en dynamisk ramme for fleksible arbejdsituationer.[78]



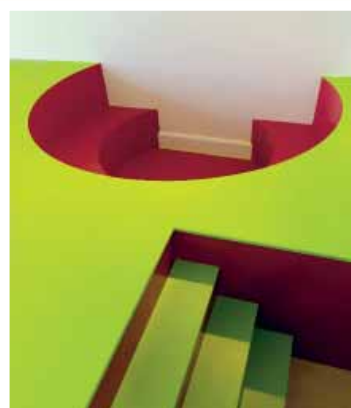
I skolens otte hjemområder er fællesarealerne en integreret del af læringsmiljøet, hvor klasserum og fællesarealer sammen udgør den helhed af relevante lærings- og arbejdsmiljøer til skolens elever, og der er indbydende opholds- og arbejds muligheder i alle kroge. De lange og højloftede gange, der skulle være rum for fællesskab, er brudt ned i mindre enheder med hver sit karakteristika. Det har mindsket støjen og gjort børnene mere rolige, samtidig med at det er blevet lettere at finde rundt på skolen.[78]

KONKLUSION

Ordrup skole er et godt eksempel på hvorledes traditionelt inventar ved hjælp af en flot kunstnerisk udfoldelse kan integreres i skolens indretning og rum. De kunstneriske enheder skaber med enkelthed små zoneinddelinger og deler rummet op i flere rum.

Hvert hjemområde er opdelt i tre zoner ud fra konceptet om: Ro & fordybelse, tryghed & nærvær og diskussion & samarbejde. Her er indretningen nøje tilpasset funktionen, med et interiør fuldt med farver, valgmuligheder og udfordringer. Det er en skole, hvor det er nemt for læreren at sende eleverne ud og arbejde, fordi der er mange forskellige steder at gå hen.





"Danmarks Smukkeste skole" kalder Ordup Skole sig selv, efter at Bosch & Fjord har skabt et helt nyt interiør fuldt af farver, valgmuligheder og udfordringer.[78]

KONKLUSION SKOLE

2.2.10

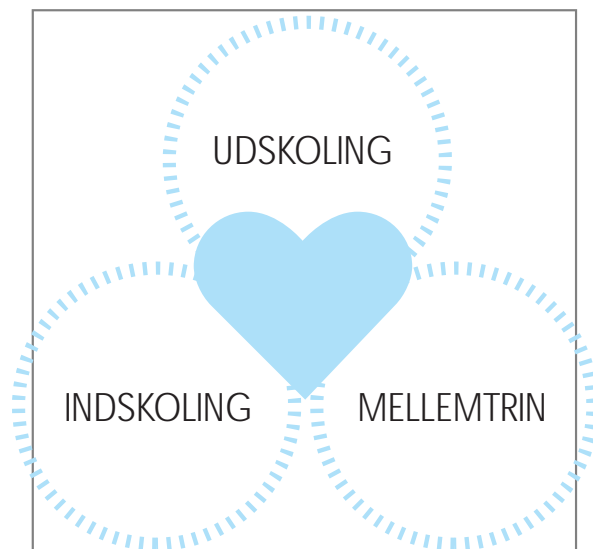
For at løse problemstillingen om en fremtidssikret og topmoderne skole som Aarhus Kommune har visioner om, er det vigtigt at nå den erkendelse af at man ikke fuldt ud kan fremtidssikre folkeskolen. Folkeskolen har over tid forandret sig og vil også udvikle sig i fremtiden, og stille krav som vi på nuværende tidspunkt ikke er i stand til at forudsige. Den primære opgave er derfor at arkitekturen ikke låses for meget, og muliggør diversitet og optimale rammer for enhver arbejdssituation og for alle mennesker.

Ved hjælp af rum og aktiviteter skal der skabes en stærk fælles kultur, som skaber en positiv identifikation og dermed danner og dyrker mindre sociale fællesskaber i det store. Det er derfor vigtigt med et samlende fællesrum, der giver børnene indtryk af at være én skole trods en overordnet tredeling af skolen. Med fokus på at børn på forskellige udviklingsstrin har brug for forskellige aktiviteter skal den nye skoles rum ved hjælp af bygningsfysik, zoning, indretning og opkobling, sikre at der tages højde for det enkelte barns udvikling og arbejdet med elevernes forskellige læringsstile.

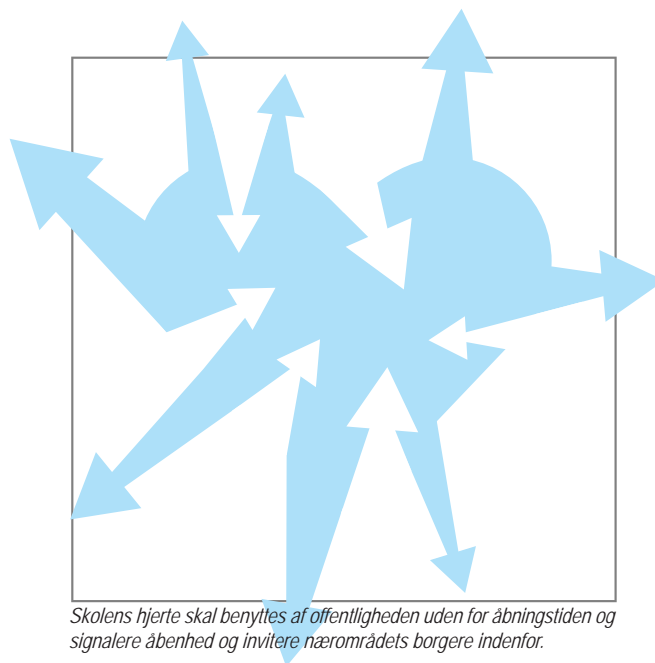
Skolen skal samtidig indeholde funktioner, der kan benyttes uden for skolens åbningstid og være et samlingssted for hele lokalområdet - et medborgerhus og en kulturinstitution, der tilbyder mere end undervisning af børn. Den nye skole skal derfor åbne sig fysisk op mod lokalsamfundet, og inviterer brugergrupper og foreningsliv indenfor.

Det skal være arkitektur, der taler til fantasi og forestillingsevne og som understøtter kreativitet, trivsel og læring. Den nye skole skal derfor indeholde inspirerende og forskellige rum, der sikrer plads til individuelle hensyn og mangfoldighed. Den skal altså indeholde lokaler til at samles, lokaler hvor den enkelte kan fordybe sig og rum der opfordrer til bevægelse i både undervisning og pauser.

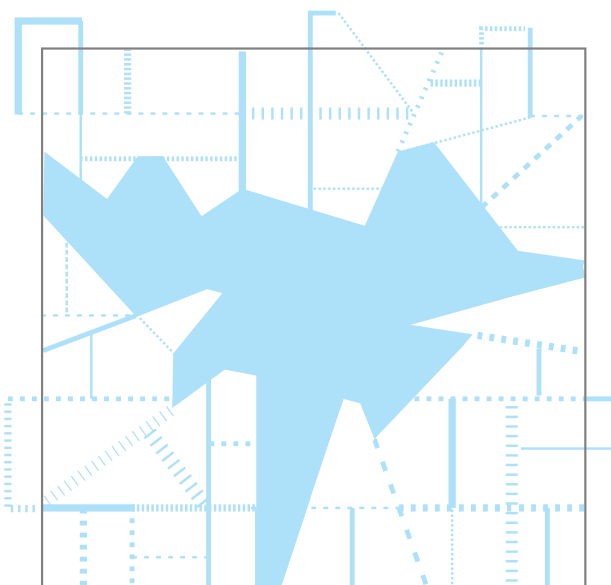
Derudover skal arkitekturen ved hjælp af den nyeste teknologi og forskning understøtte elevernes læring og trivsel og i det efterfølgende afsnit vil en række tekniske forudsætninger derfor blive analyseret og præsenteret. Dette med henblik på at sikre et integreret bæredygtigt bygningsdesign, hvor arkitekturen understøtter den valgte pædagogik, og hvor efterfølgende bygningsreguleringer som på Hadsund og Hellerup kan undgås.



En tredling af skolen, skal sikre gode rammer for børn på forskellige udviklingstrin. Derudover skal skolens hjerte fungere som samlende fællesareal og sikre oplevelsen af fælleskab.



Skolens hjerte skal benyttes af offentligheden uden for åbningstiden og signalere åbenhed og invitere nabolærens borgere indenfor.



Rum skal indrettes så de appellerer til børns fantasi, samtidig med at der ved hjælp af fleksibilitet, tages højde for individuelle hensyn og mangfoldighed.

**A SUSTAINABLE
SCHOOL BUILDING
IS A BILLBOARD FOR
SCHOOL 'S VALUES
AND PHILOSOPHY -
IT BROADCASTS THE
MESSAGE TO COMPA-
TIBLE PARENTS, STU-
DENTS, AND STAFF. [79]**

2.3

TEKNIK

Dette er det tredje afsnit i ANALYSEN, og vil gennemgå en række tekniske krav og tiltag, der skal tages højde for i byggeriet af den nye bæredygtige skole.

2.3.1 BÆREDYGTIGHED

2.3.2 ENERGI

2.3.3 INDEKLIMA

2.3.4 LUFT

2.3.5 LYS

2.3.6 LYD

2.3.7 KONKLUSION TEKNIK

BÆREDYGTIGHED

2.3.1

I dag er bæredygtigt byggeri blevet en selvfølge og kernekompetence ved de fleste danske arkitekt- og ingeniørvirksomheder, samt lovgivningsmæssigt påkrævet. Aarhus Kommune har derfor også ambitioner om at gå forrest i udviklingen af fremtidens skole, hvor den nye skole skal være et forbillede for bæredygtigt byggeri samt bæredygtigt i forhold til pædagogik, økologi, energi, lyd og samspil med omgivelserne. [80]

Bæredygtighed blev nævnt første gang i Brundtland rapporten i slutningen af 1987, og blev defineret som: "En udvikling der opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare." [81] Lige siden har der været forskellige meninger og diskussioner om hvad bæredygtighed er og hvad målet for det bør være. Bæredygtighed handler i sin essens om at sikre sunde levevilkår for vores børn og børnebørn, og bæredygtig arkitektur handler derfor om at skabe integrerede helhedsløsninger, der udtrykker en holistisk tilgang til bæredygtighed ved at stille skarpt på arkitekturens miljømæssige, økonomiske og sociale aspekter. Hvis man vil fokusere på bæredygtig udvikling, er det derfor ikke nok at fokusere på et enkelt område, for udviklingen sker i samspillet mellem de tre. [72] Disse tre søjler vil i det efterfølgende blive beskrevet, med henblik på at få et overblik over hvorledes de forskellige aspekter kan integreres i projektet for at sikre udarbejdelsen af en bæredygtig skole.

SOCIAL BÆREDYGTIGHED

Social bæredygtighed handler om skolens værdier. De værdier som skolen udadtil ønsker at signalere og dem som børn og voksne kender skolen for. Social bæredygtighed handler i høj grad om adfærd, og dermed mellem brugere indbyrdes samt mellem brugere og bygning. Etableres der ejerskab og tilhørsforhold hos skolens brugere, passer de automatisk bedre på skolen. Fremtidens skole skal være til glæde og gavn for elever, lærere og hele nærmiljøet og det er derfor vigtigt at den nye midtbysskole formår at blive en del af nærmiljøet, og åbne sig op og invitere borgere og brugere indenfor. [73] Social bæredygtighed relaterer derfor til brugernes trivsel og det sociale miljø. Arkitekturen skal bidrage og opfordre børn og unge til fysisk aktivitet og der skal være balance mellem en stærk kultur på skolen, som skaber fælles identitet og mindre fællesskaber.



ØKONOMISK BÆREDYGTIGHED

Økonomisk bæredygtighed betyder at byggeriet skal være finansielt levedygtigt. Det handler altså om at vælge løsninger ud fra et totaløkonomisk perspektiv, hvor især driftsøkonomien og vedligehold i bygningens levetid, stilles op imod løsninger og omkostninger ved opførelsen af byggeriet. Drift og vedligehold er essentielle for et økonomisk bæredygtigt byggeri, og handler i høj grad om investeringer i værdier, der i det lange løb giver afkast. Det kunne for eksempel være investering i en digitalisering af eksisterende bygninger eller fleksible løsninger, der gør det nemmere at tilpasse byggeriet ved brugerskifte eller når skolernes udfordringer forandres i fremtiden [75]

MILJØMÆSSIG BÆREDYGTIGHED

Miljømæssig bæredygtighed handler i høj grad om tekniske tiltag, der tager hensyn til miljøet nu og i fremtiden i forhold til ressourceforbrug, forurening og løsninger som nedsætter byggeriets samlede CO2-udledning. Noget de fleste kommuner rundt i landet har udarbejdet forskellige klimapolitikker for, med henblik på at opnå CO2-neutralitet i fremtiden, herunder CO2030 i Aarhus Kommune. [76] Det drejer sig ligeledes om tiltag der understøtter den adfærd, man ønsker at fremme på skolen. Anvendelse af miljømæssigt forsvarlige materialer i byggeriet og at udforme bygningen således, at klimaskærm minimeres og energiforbrug optimeres. Indeklima er ligeledes vigtigt for brugernes velbefindende, herunder frisk luft ved hjælp af naturlig eller mekanisk ventilation, gode akustiske forhold og en optimal mængde af dagslys i opholdsrum. [77]

"Grønne områder i byen er ikke blot essentielle for menneskers fysiske og psykiske trivsel. Parker, træer, planter, grøn infrastruktur m.v. renses luften, giver skygge, nedkøler byen, opsamler regnvand og fremmer biodiversitet. Grønne områder i byen er byens lunger, som er med til at skabe et sundt bymiljø." [78]



ET SAMFUND BESTÅR AF
MENNESKER SÅVEL SOM AF
DE STEDER, HVOR DE BOR.
DET ER BÅDE DE FYSISKE
OG DE SOCIALE RAMMER,
SOM SKABER STEDER. GODE
BYER SKAL DERMED IKKE
BLOT VÆRE MILJØMÆSSIGT
OG ØKONOMISK BÆREDYGTIGE,
MEN OGSÅ SOCIALT
BÆREDYGTIGE, DA DEN SO-
CIALE BÆREDYGTIGHED ER
DET DER GIVER LIV TIL BYER
OG BYKVARTERER. [88]

"Driften af bygninger står for ca. 40 pct. af det samlede energiforbrug i Danmark, såvel som i resten af Europa. Samtidig viser udenlandske studier, at energibesparelser i bygninger er en af de mest omkostningseffektive veje til bekæmpelse af den globale opvarmning og tiltag til forbedring af bygningers energimæssige ydeevne. Bygninger spiller derfor en afgørende rolle for reduktion af energiforbruget." [89]

ENERGIFORBRUG

I efterspillet på det mislykkedes COP15 møde i København 2009, er der endnu ikke udarbejdet en fælles traktat for mindskelse af CO₂-udledning og de bekymrende klimaforandringer som venter i fremtiden. Dog står Klima og energi stadig højt på den politiske dagsorden verden over og markedet for energieffektive teknologier og løsninger til byggeriet er derfor i vækst. [90] I Danmark arbejder Erhvervs- og Byggestyrelsen med at reducere energiforbruget i nybyggeri såvel som i den eksisterende bygningsmasse og regeringen hævder at Danmark samlet set har verdens skrappeste energikrav til bygninger. [91] I det nye bygningsreglement (BR10), der er trådt i kraft 1. januar 2011, skal energikravet reduceres med 25% i forhold til det tidligere reglement fra 2008. Herefter skal energiforbruget i nye bygninger reduceres med 25% i 2015 og yderligere 25% i 2020. Det vil sige i alt 75% i forhold til 2006-niveauet. [92]

Aarhus Kommune har visioner om et byggeri med et lavt energiforbrug, godt indeklima og minimal CO₂-belastning [93] og den nye skolebygning skal som minimum leve op til de energikrav, der stilles til byggeri på byggetidspunktet. [94] Dette betyder at den nye midtbyskole som minimum skal klassificeres som lavenergiklasse 2015 [95], eftersom byggeriet forventes færdig i omkring 2015. Lavenergiklasse 2015 uden ekstra tillæg er ifølge bygningsreglementet defineret som:

(41 + 1000/A) KWH/M² PR. ÅR, hvor A er det opvarmede etageareal.

I BR10 hedder det ligeledes at "Bygninger skal opføres, så unødvendigt energiforbrug til opvarmning, varmt vand, køling, ventilation og belysning undgås samtidig med, at der opnås tilfredsstillende sundhedsmæssige forhold." [95]

SAMMENVEJNING

I forbindelse med energirammeberegninger, er der dog tale om en sammenvejning af energiforbruget, som i princippet er det totale vægtede energiforbrug og et tal, der tager højde for miljøbelastningen, da alle energiformer ikke er lige belastende for miljøet.

Faktorerne er bestemt ud fra både tekniske og politiske hensyn, og i det nye BR10 er fjernvarmefaktoren for Lavenergiklasse 2015 for eksempel ændret fra 1 til 0,8, mens elforbruget stadig har en faktor 2,5 ved sammenvejning med varme. Hvis en del af elforbruget kan produceres af solceller, modregnes produktionen i beregningen. Solceller er dermed en god mulighed til at forbedre den samlede energiramme. På samme måde kan solvarme "erstatte" et forbrug til opvarmning af varmt vand.

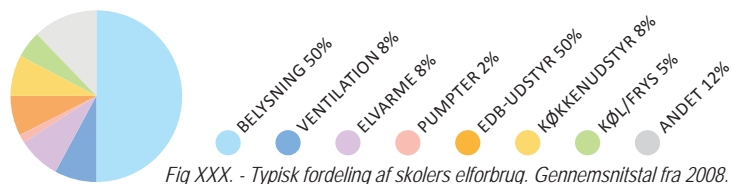


Fig XXX. - Typisk fordeling af skolers elforbrug. Gennemsnitstal fra 2008.

Selvom den primære del af de danske skolers energiforbrug går til opvarmning, har elforbruget dermed stadig stor betydning i det samlede energiregnskab. I 2009-2010 bestod energiforbruget til opvarmning for landets skoler i gennemsnit på 120 kWh/m² mens elforbruget var på 26 kWh/m². [96] Sammenvejes disse tal, svarer dette til 96 kWh/m² og 65 kWh/m² for henholdsvis varme og el, og forskellen i den vægtede miljømæssige belastning er dermed ikke længere så markant.

Der kan være store variationer fra skole til skole, så fordelingen af elforbrug ovenfor skal tages med forbehold. Dog går størstedelen af elforbruget på de fleste skoler til belysning og en effektiv måde at reducere dette på, er at dagslysoptimere designet løbende i designprocessen og udnytte dagslyset mest muligt. Herefter kan der installeres bevægelsesmeldere og dagslysstyring, der tilpasser belysningen efter dagslysindfald, og om der er nogen i lokalet.

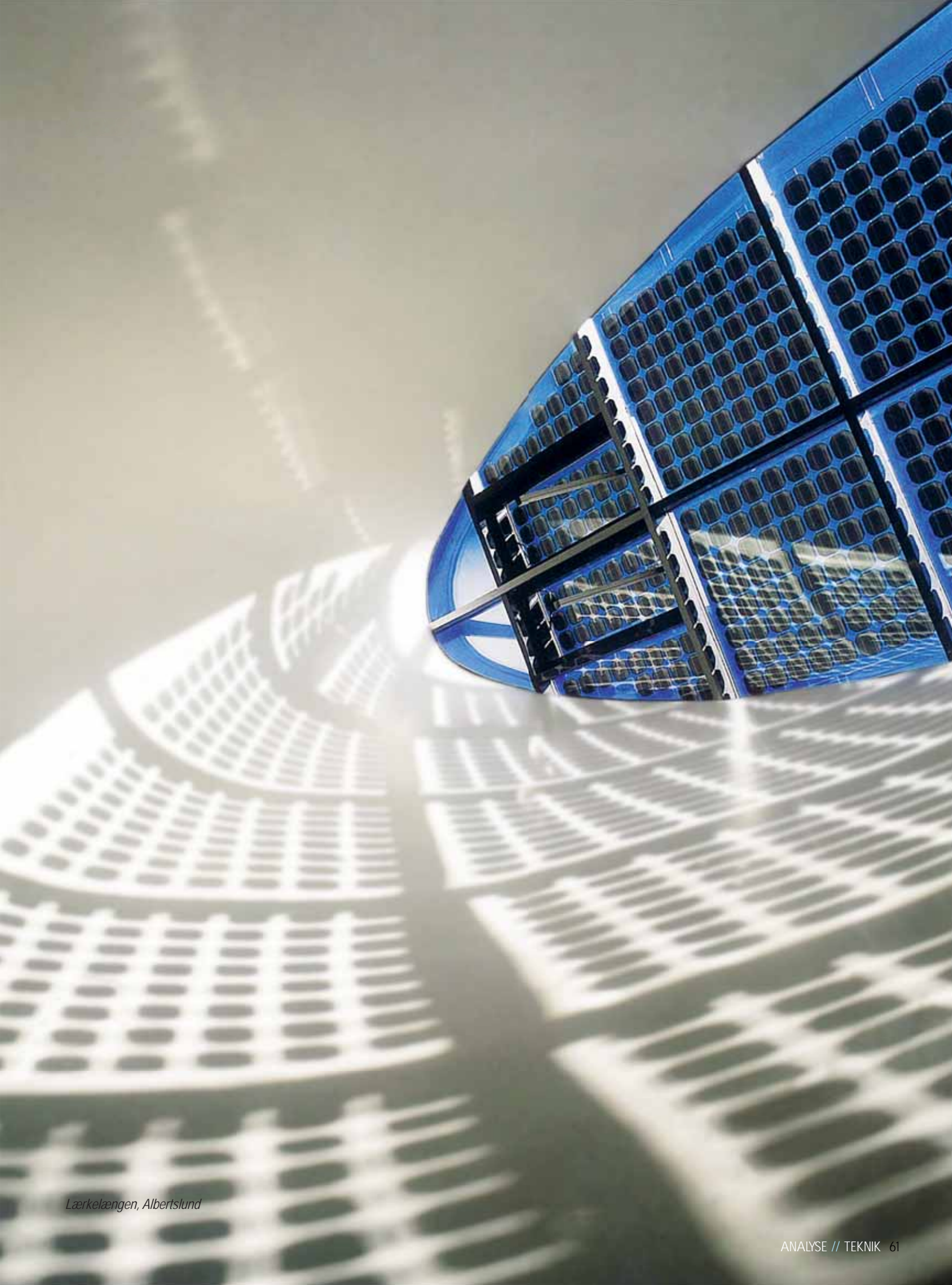
KONKLUSION

For at overholde energirammen for lavenergiklasse 2015, skal energidesignet af skolen først tage udgangspunkt i passive designparametre som form, orientering, dagslysoptimering, solafskærmning, rumhøjde, klimaskærm, naturlig ventilation og termisk masse for at reducere energiforbruget. Sekundært vil der blive suppleret med teknologiske og aktive tiltag som solceller, behovsstyret mekanisk ventilation, bevægelsesmelder og dagslysregulering, for at overholde energirammen.

Med de skærpede krav for energirammen i bygningsreglementet, kan det være nødvendigt at integrere solceller i bygningsdesignet for at overholde energirammen. Hvis en del af elforbruget kan produceres af solceller, modregnes produktionen i beregningen. Foruden at have en miljømæssig gevinst i forhold til CO₂-udledning og energiforbrug vil det ligeledes have en pædagogisk gevinst. Solcellerne vil nemlig kunne anvendes direkte i undervisningen og samtidig være med til at fremme børns bevidsthed om hvordan man kan bruge solen til at producere energi, med for eksempel infotavler der viser energiproduktionen. En integrering af solceller i bygningsdesignet vil ligeledes være med til at synliggøre den bæredygtige tilgang som Aarhus kommune og skolen ønsker.

I dette projekt vil der indledningsvis blive foretaget typologistudier i forhold til energiforbruget, med Project Vasari og Månedsmiddel regnearket. Efterhånden som projektet udvikles og tager form, bliver beregningerne mere detaljerede og ender til sidst med detaljerede energirammeberegninger for hele byggeriet i Be10.

De indledende studier skal være med til at opnå en forståelse for de passive designparametre som form, orientering og solafskærmning og hvorledes disse spiller sammen med ønsket om gode dagslysforskelde i bygningen og et lavt energiforbrug. Derudover vil der være funktioner som kræver mere passivt varmetilskud end andre, da den interne belastning i klasselokaler er stor i forhold til åbne fællesarealer. Målet er samtidig at dokumentere fordelene ved brug af BIM i tidligt i skitseringsfasen, og ved hjælp af Integreret Energi Design at opnå et bæredygtigt bygningsdesign.



Lærkelængen, Albertslund

INDEKLIMA

2.3.3

Vi tilbringer i dag omkring 90% af vores tid indendørs og det er derfor vigtigt, at bygningerne vi opholder os i har et godt indeklima, der ikke skaber ubehagelige gener og påvirker helbredet og arbejdsevnen. Et godt indeklima som består af sunde og komfortable forhold, behagelige temperaturer, frisk luft og dagslys, har derimod en positiv effekt på vores helbred, trivsel og på vores evne til at yde og lære.[97]

Ifølge bygningsreglementet skal bygninger derfor opføres, så der under den tilsigtede brug af bygningerne i de rum, hvor personer opholder sig i længere tid, kan opretholdes et sundheds- og sikkerhedsmæssigt tilfredsstillende indeklima.[98] Indeklimaet består ifølge WHO's definition[99], af termisk-, atmosfærisk, akustisk-, visuelt- og mekanisk indeklima.

I dette projekt vil det primært være fokus på Akustisk-, Termisk- og Visuelt indeklima, da disse er de væsentligste områder at inddrage som designparametre i den Integrerede Design Proces til byggeriet af en ny skole. Indeklimaet skal planlægges ud fra et helhedssyn, der også omfatter de enkelte rums brug og behov, og det ønskede niveau for kvaliteten af indeklimaet skal specificeres i forhold til de enkelte rums brug.[100]

De efterfølgende afsnit; Luft, Lys og Lyd vil derfor indeholde en beskrivelse af de vigtigste parametre for at dette kan opnås og nedenstående skema sammenfatter de vigtigste indeklimakrav for at overholde "Indeklimakategori B" for den nye skole.

TERMISK INDEKLIMA:

// Kulde, varme, træk og overtemperatur - det som opfattes ved hjælp af vores hud og termoreceptorer.

ATMOSFÆRISK INDEKLIMA:

// Lugt-, duft- og forureningspåvirkninger - det som påvirker luftvejssystemet gennem vores næse

AKUSTISK INDEKLIMA:

// Lyd- og støjpåvirkninger - det som kan høres med vores øre.

VISUELT INDEKLIMA:

// Lys- og synspåvirkninger - det som opfattes med vores øjne.

MEKANISK INDEKLIMA:

// Andre mekaniske påvirkninger, ergonomiske påvirkninger arbejds-stilling og bevægelsesmønstre)

RUMTYPE	OPERATIV TEMPERATUR ¹ °C		MAKS. MIDDEL- LUFTHASTIGHED ² m/s	CO ₂ -NIVEAU ² PPM	VENTILATIONSRATE		BELYSNINGSNIVEAU	
	SOMMER	VINTER			l/s x m2	l/s pr. pers.	Synsobjekt	Almenlys
Undervisningslokale	21-26	21-24	0,15	900	1,4	6	-	200
Skolens hjerte / Idrætssal	21-26	21-24	0,15	900	4,2	6	-	200
Enkeltmandskontor	21-26	21-24	0,15	900	-	12	500	200
Fælleskontorer	21-26	21-24	0,15	900	-	12	500	200
Kantine	21-26	21-25	0,15	900	-	12	-	200

1) Tolerance for operative temperaturer: 100 h > 26 °C, 25 h > 27 °C

2) Tolerance for middellufthastighed og CO₂-niveau: Kortvarig overskridelse

Skema over indeklimakrav for skolen, kategori B [101]

"ET UNDERVISNINGSMILJØ BASERET PÅ DEN NYESTE VIDEN OM LYD, INDEKLIMA, STØJ OG LYS - ET MILJØ, HVOR ORDENTLIG LYS, OPTIMALE LYDFORHOLD OG GOD LUFT ER HVERDAG."

- Aarhus Kommune [102]



Green Lighthouse af CCO. Bygningen er organiseret omkring et indre lyst atrium, som udgør husets sociale hjerte og hvor brugen af naturlig ventilation og ovenlys, er med til at sænke energiforbruget.

LUFT

2.3.4

Behagelige rumtemperatur og ren luft er vigtige elementer for at opnå et godt indeklima på en skole. Undersøgelser viser, at luftkvaliteten har stor betydning for børns koncentrationsevne, trivsel og arbejdsindsats. Eleverne klarer sig 10-20% bedre i skolen, når luftkvaliteten forbedres, viser et forskningsprojekt på Danmarks Tekniske Universitet. Ligeledes viser Hollandske forskningsresultater for kontorarbejde, at produktiviteten kan stige med op til 15%, når luftkvaliteten forbedres.[103]



Lavenergi forskningsbygning på DTU af CCO.

CO₂-KONCENTRATION

I 2009 deltog over 734 klasser i et eksperiment, der var arrangeret af Dansk Naturvidenskabsfestival og DTU, med henblik på at teste luftkvaliteten i den danske folkeskole. Det viste sig at CO₂-koncentrationen i 56% af klasserne oversteg den anbefalede grænse fra arbejdstilsynet på 1.000 ppm og 20% lå over dobbelt så højt som anbefalet. CO₂ indholdet i er et mål for hvor godt der bliver ventileret i forhold til hvor mange personer der opholder sig i lokalet, og tidligere forskning på DTU Byg har vist, at elevernes evne til at lære falder markant, når indholdet af CO₂ kommer op mellem 1.000 og 2.000 ppm.[104]

Ifølge Michael Christensen, stifter og indehaver af CCO Arkitekter, peger forskningsresultater ligeledes på at træer, kan medvirke til betydelige forbedringer på op til 20-25% i forhold til CO₂ indhold i luften og luftfugtighed, samtidig med at de er med til at forbedre den oplevede kvalitet af rummet.[105] Det kan derfor med fordel overvejes som et aktivt middel til at forbedre indeklimaet på skolen og samtidig være med til at understrege den grønne tilgang til byggeriet, som skolen ønsker at demonstrere.

TEMPERATUR

Temperaturen har også betydning for børn og voksnes trivsel og koncentrationsevne, selvom det vurderes at den negative påvirkning er relativt mindre end luftkvaliteten.[106] Høje temperaturer i undervisningstiden resulterer i uopmærksomme elever, dels på grund af varmen (over 24 °C) men ligeledes fordi luftkvaliteten opleves dårligere ved høj temperatur frem for ved temperaturer i laveste del af komfortområdet.[107] Da målet for den nye skole er kategori B, arbejdes der med en operativ tem

Ved at udnytte materialers varmeakkumuleringssevne og benytte tunge materialer i gulv og vægge, kan varmetilførslen fra interne og eksterne kilder udjævnes. Udvendig solafskærmning er ligeledes nødvendig og særdeles vigtig for at opnå et behageligt termisk indeklima ved at kontrollere og minimere varmetilskudet fra solvarmen. Den optimale solafskærmning er udvendig og dynamisk. Den skal helst være lodret mod øst og vest på grund af de lave solhøjder, og vandret mod syd, hvor solen står højere på himlen.[108] En orientering langs øst-vest akse er en fordel, da solen er lettere at kontrollere fra syd.[109]



Lavenergikontorhus til Energinet.dk af HLA. Bygningens facader har fast solafskærmning, så gener fra direkte solindfald og overtemperaturer i de udsatte rum undgås.

TRÆK

I bygningsreglementet hedder det, at der i rum hvor personer opholder sig længere tid skal sikres, at der i opvarmningsperioden ikke optræder træk i opholdszonen. Lufthastigheder bør derfor ikke overskride 0,15 m/s i lokaler med stillesiddende aktivitet, men trækgrænsen er dog afhængig af aktivitetsniveau, lufttemperatur og turbulensniveau.[110] Derudover kan de forekomme træk ved kuldenedfald fra vinduer og glaspartier, og for dette gælder der at: $U\text{-værdi} \times \text{vindueshøjde} < 3,4$. [111]

VENTILATION

I Bygningsreglementet står der at undervisningsrum i skoler og lignende skal ventileres med et ventilationsanlæg, der omfatter såvel indblæsning som udsugning og varmegenvinding.[112] Ligeledes er kravet til luftkvalitet skærpet på følgende områder: Luftskifte skal mindst være 5 l/s pr. person, samt 0,35 l/s pr. m² gulv, samtidig skal det sikres at CO₂ indholdet i indeluften ikke i længere perioder overstiger 1000ppm CO₂ - For kategori B henholdsvis 6 l/s pr. person, samt 1,4 l/s pr. m² gulv og 900ppm CO₂. [113] Benyttes der behovsstyret ventilation, kan der afviges fra de angivende luftmængder, når der er reduceret behov.

Generelt tilstræbes det at anvende naturlig eller hybrid ventilation i så vidt omfang som muligt, men for at opretholde et acceptabelt termisk indeklima, vil der i undervisningslokaler samt mindre lokaler anvendes CO₂ styret mekanisk ventilation med opblanding. Fordelen ved opblanding er, at der ikke vil være nærzoner med træk, som der ellers kan være ved fortrængningsventilation. Dette medfører at ventilationsstrategien ikke låser arkitekturen og dermed kan være med til at understøtter ønsket om fleksible rumligheder og muligheder for variation i undervisningen.

KONKLUSION

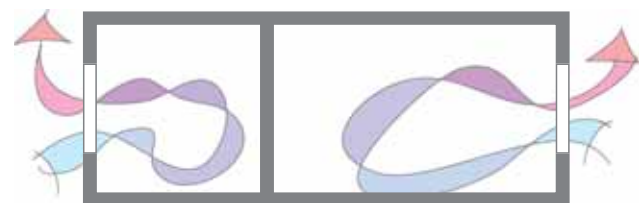
Der vil i projektet ikke blive foretaget detaljerede beregninger af luftskifte og dimensionerende volumenstrømme i forbindelse med ventilationsanlæg. Som udgangspunkt anvendes IES Virtual Environment til at foretage beregninger, der dokumenterer at de operationelle temperaturkrav på 21-26 for sommer og 21-24 for vinter overholdes. Fungerer dette ikke, vil der blot blive foretaget døgnmiddel beregninger ved hjælp af regneark.

Det er ligeledes vigtigt tidligt i processen at tænke ventilationsanlægget ind i byggeriet, så der er tænkt på plads og placering af ventilationsanlægget og rørføring. Et eller flere centralt placerede teknikrum er at foretrække, da længden af rørføring har stor betydning for det endelige energiforbrug.

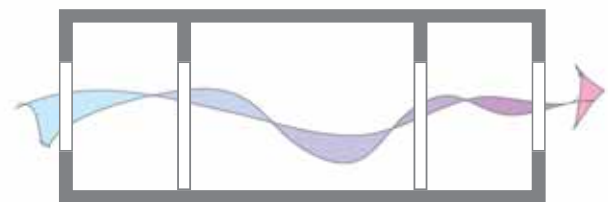
Ud over at være en funktionel gevinst for indeklimaet bør solafskærmningen også være en visuel og æstetisk gevinst for en bygnings samlede arkitektoniske udtryk. Derfor vil der i designprocessen blive anvendt forskellige lys- og skygge studier, for at sikre et integreret bygningsdesign.



I DR Byens nyhedsstudie er der i koldt vejr problemer med kuldenedfald fra glastaget og glasfacade.[114]



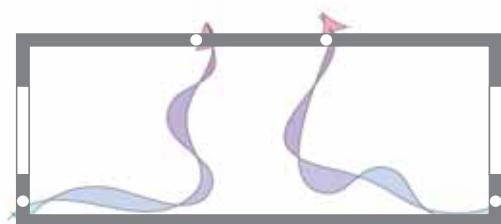
ENSIDET VENTILATION



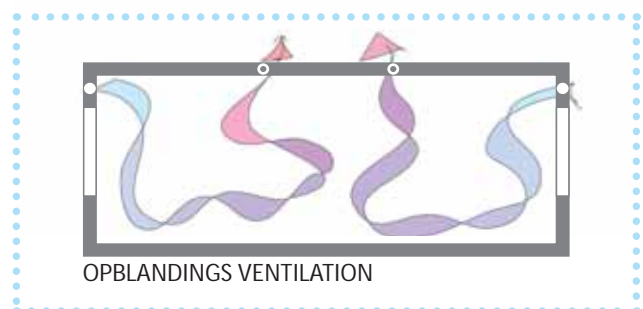
DOBBELTSIDET VENTILATION



TERMISK OPDRIFT



FORTRÆNGNINGS VENTILATION



OPBLANDINGS VENTILATION

Dagslys er den kraftigste og mest anvendte lyskilde vi har og har stor betydning for vores trivsel, velvære og sundhed.[115][116] Mængden og kvaliteten af dagslyset bestemmer oplevelsen af rum, farver og overflader og har stor betydning for børns udvikling af synssansen.[117] De seneste års forskning viser ligeledes at dagslyset har stor indflydelse på indlæringsevne og trivsel.[118] [119] Elever som havde mest adgang til dagslys, udviklede sig gennemsnitligt 20% hurtigere end tilsvarende elever, som havde mindst adgang til dagslys. Skolen er ligeledes arbejdsplads for både børn og voksne og det er derfor vigtigt at sikre gode lysforhold der understøtter den ønskede adfærd samt funktioner og arbejdsgange på skolen.

DAGSLYSFAKTOR

Dagslysfaktoren er et mål for mængden af dagslys inde i forhold til ude på en overskyet dag og udtrykker noget om hvor meget lys, der vil være i de valgte beregningspunkter. Ved beregninga Det fortæller dermed ikke noget om kvaliteten af lyset i rummet, og oplevelsen af det faktiske lysforhold i lokalet. Ifølge bygningsreglementet skal arbejdsrum, opholdsrum i institutioner og undervisningslokaler have en sådan tilgang af dagslys, at rummene er velbelyste.

Dagslyset kan i almindelighed anses for at være tilstrækkeligt når rudearealet ved sidelys svarer til mindst 10% af gulvarealet eller ved ovenlys mindst 7% af gulvareal, når der benyttes en lystransmittans på 0,75. Det anses ligeledes for tilstrækkeligt ved en dagslysfaktor på 2% ved arbejdspladser.[120] Dette er dog en vejledning, som ikke tager hensyn til rummets geometri, og de 10% for sidelys og 7% er derfor ikke altid gældende. Vinduernes placering i forhold til rummets geometri har nemlig stor betydning, og det er derfor ikke ligegyldigt hvor vinduerne er placeret. Man kan normalt regne med, at der er tilstrækkeligt dagslys på arbejdspladsen, når afstanden fra person til vindue ikke er mere end dobbelt så stor som lysåbningens højde over arbejdsplanet, hvis der ikke er skygger fra træer og bygninger.[By og Byg Anvisning 203] Ifølge Rob Marsh mfl. i Arkitektur og Energi, må en gennemsnitlig dagslysfaktor på 2% eller mindre dog ligeledes suppleres af kunstig belysning for at opnå tilstrækkeligt arbejdslys.[121] De hævder ligeledes at et rum med en gennemsnitlig dagslysfaktor på 5% eller mere vil opleves som let og velbelyst, og der vil om dagen sjældent være behov

for kunstig belysning og dermed nedsætte energiforbruget.[121] Bygningsdybden, rumhøjde og strategisk placeret ovenlys har ligeledes stor betydning for dagslysfaktoren i lokalet.

LUMINANS

En flades luminans er et mål for den mængde lys, en flade udsender eller reflekterer og måles i candela pr. m² (cd/m²). Luminansspring eller forskelle i luminansniveau, er derimod et mål for den visuelle komfort og visuelle oplevelse af lys.[122] Blænding skyldes for store luminansspring, og som tommelfingerregel kan luminansspring på 1:20 forårsage dette, mens luminansspring på 1:2 af øjet vil opfattes som næsten jævnt og kedeligt lys.[123]

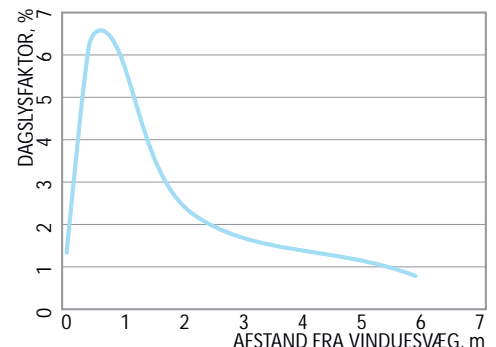
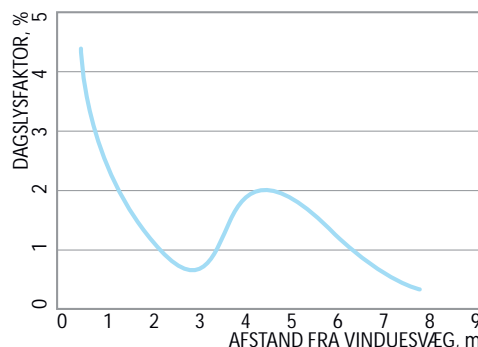
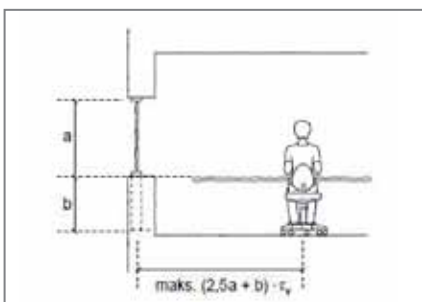
BLÆNDNING

Ifølge bygningsreglementet skal vinduer samtidig sikre et godt udsyn til omgivelserne samt placeres og eventuelt afskærmes, så der undgås overophedning og gener ved direkte sollys i form af blænding. Forskningsresultater viser ligeledes at hvis elever blændes af dagslys, reduceres deres indlæring med 21%.[124] Blænding forekommer ved høj kontrast og kan fremkomme som refleksion fra bygningens indvendige overflader, white-boards og lignende eller stamme direkte fra vinduet.[125]

Ifølge arbejdstilsynet kan risikoen for blænding dog mindskes, ved at arbejde med solafskærmning og en kombination af lyse omgivelser og små vinduer.[126] Det er dog vigtigt at der ved etablering af solafskærmning samtidig sikres gode udsynsmuligheder, da dette også er vigtigt i forhold til det visuelle indeklima.

KONKLUSION

Dagslyset spiller altså en afgørende rolle i forhold til det visuelle indeklima, børns indlæring og ikke mindst hvorledes arkitekturen opfattes. Ydermere har den rette udnyttelse af dagslyset stor betydning for at minimere energiforbruget i den nye skole, hvor kontrol af især solvarmen er essentiel for ikke at opnå overtemperaturer(se afsnittet Luft). Det er derfor vigtigt at arbejde integreret med ovenfor nævnte parametre tidligt i skitseringsfasen, og til dette vil der i projektet blive lavet løbende dagslys- og energiberegninger, for at sikre der er tilstrækkeligt gode lysforhold og ingen gener i form af blænding.



SBI-anvisning 219:

Den største afstand fra vinduet, hvor dagslysniveauet kan anses for at være tilstrækkeligt svarer til: $2,5x(\text{vinduets glasoverkant-bordhøjde}) + 1x(\text{højde af evt. rude under bordhøjde})$

Dagslysfaktorens variation fra vinduet ind gennem lokalet. Til højre en typisk kurve ved almindelige vinduer og til venstre suppleret med højtstående vinduer i facaden.[127]

"A ROOM WITHOUT NATURAL LIGHT IS NOT A ROOM."

- Louis Kahn [128]



Støj og problemer med dårlig akustik er i dag et af de største problemer i skolerne - ikke mindst i åbne skoler. Støj fører til træthed, hovedpine og i værste tilfælde tinnitus. Derudover har undersøgelser også vist at støj har en negativ indvirkning på arbejdsevnen. [129] Lærere bliver stressede og irriterede, og mister dermed koncentrationsevnen og undervisningen forringes. Støj gør ligeledes at børnene bliver trætte, har sværere ved at koncentrere sig og forstå læreren da taleforståelsen forringes. Jo yngre børnene er, des kraftigere påvirkes de af støjen. Ligeledes kan der være stor forskel på, hvilke lydregulerende tiltag, der kan være nødvendige overfor små børn, som skal lære nyt stof i forhold til ældre børn som udfører projektarbejde i et aktivt miljø. [130] Dette er ifølge en ny rapport også et generelt problem på de fleste skoler, hvor klasselokalerne fungerer fint til traditionel undervisning men ikke særlig velegnede til gruppearbejde. [131]

EFTERKLANGSTID

Efterklangstiden er det lydtekniske begreb, som betyder mest for lyd kvaliteten i et lokale. Den er et mål for, hvor længe lyden er om at dø bort, desto længere efterklangstiden er, desto større er ekkovirkningen. [132] Hvis et lokale har en lang efterklangstid bliver lydene hængende i lokalet i lang tid og tale i lokaler med lang efterklangstid bliver derfor ofte "mudret". Efterklangstiden måles i sekunder og er den tid, der forløber, fra en lyd giver afbrydes, indtil lydniveauet er faldet 60 dB – i praksis indtil lyden er døet bort. Efterklangstiden er foruden lokalets volumen afhængig af den totale lydabsorption i lokalet. Større volumen giver længere efterklangstid og større lydabsorption kortere. [støj i skolen] Lydarabsorptionen måles på en skala mellem 0 og 1, hvor hårde reflekterende materialer har en lav koefficient mens absorberende materialer, som for eksempel akustiklofter har en høj koefficient (>0,8). [133]

Ifølge bygningsreglementet skal bygninger planlægges, projekteres, udføres og indrettes, så brugerne sikres tilfredsstillende lydforhold. [134] Ligeledes er der krav til luftlydisolation, trinlydniveau og støjniveau fra tekniske installationer og trafik. Der stilles forskellige krav til efterklangstiden, afhængig af funktioner og aktiviteter i lokalerne, for eksempel: Klasserum ($\leq 0,6$) og fællesarealer til gruppearbejde ($\leq 0,4$) - dog kan klasserummets krav dog hæves til $\leq 0,4$, eftersom en stor del af undervisningen foregår med projekt- og gruppearbejde. [134][135]

Der findes flere forskellige formler til at regne efterklangstiden ud, men hver især kræver det at forskellige forudsætninger overholdes. [136][137] Man skal ligeledes være opmærksom på, at efterklangstiden i det samme lokale kan være forskellig i forskellige frekvensområder og at måling af efterklangstid er kompliceret og kun kan udføres af fagfolk. [138]

KONKLUSION

Målet for det akustiske indeklima er derfor ikke at udføre komplicerede beregninger af efterklangstiden og det generelle akustiske indeklima, men i stedet at sikre et integreret bygningsdesign, hvor den akustiske regulering er en del af arkitekturen og inventaret på skolen. Dette gøres ud fra generelle grundregler, hvor 15-20% af vægfladers areal skal dækkes af lydabsorberende materialer [139], at i store fællesrum (lofthøjde > 4m og rumvolumen > 300m³) skal absorptionsarealet udgøre 1,2 x gulvarealet og i åbne undervisningsområder 1,3 x gulvareal, samt at større lofthøjde vil give en længere efterklangstid. [140][141] Den maksimale efterklangstid vil herefter blive omkring 0,5 s, og dermed tæt på kravet i bygningsreglementet på 0,4s som der anbefales hvis der skal foregå gruppearbejde.



ACOUSTICS ISN'T
JUST FOR CON-
CERT HALLS: USING
SOUNDABSORBENT
MATERIALS IN CLASS-
ROOMS IS A SIMPLE
AND EFFECTIVE WAY
TO ENSURE THAT
TEACHERS CAN FO-
CUS ON TEACHING,
NOT REPEATING. [142]

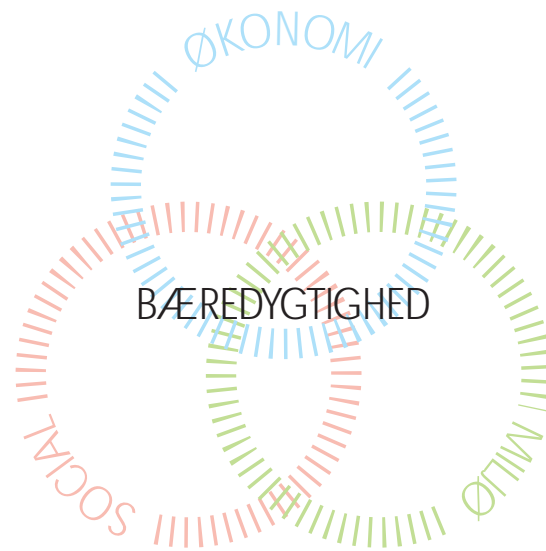
KONKLUSION TEKNIK

2.3.7

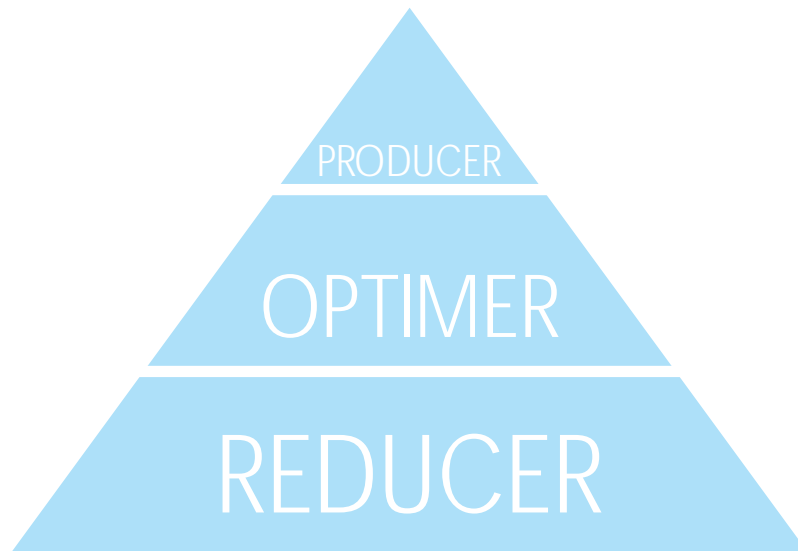
Byggeriet af en skole er en kompleks opgave, der stiller store krav til de fagtekniske løsninger der vælges for at opnå det ønskede niveau for skolen. Udfordringen ved et godt byggeri er at koordinere og integrere de tekniske løsninger, så de spiller bedst sammen, udnyttes mest muligt og stemmer overens med den overordnede arkitektoniske vision for skolen.

Den nye skole skal være et bygningsdesign, med integrerede helhedsløsninger, hvor der er fokus på arkitekturens miljømæssige, økonomiske og sociale aspekter. En skole hvor arkitekturen og de valgte tekniske løsninger er med til at understøtte læring og tydeligt signalere de bæredygtige værdier som skolen står for. Det vil sige at den nye skole skal være et bæredygtigt byggeri i forhold til pædagogik, energi, lyd og samspil med omgivelserne og være til glæde for hele nærmiljøet. Energiforbruget og indeklimaet skal optimeres ved hjælp af integreret energidesign og en strategi om i første omgang at reducere energiforbruget ved at optimere bygningens design, funktionsmæssige konfiguration og de overordnede tekniske løsninger. Herefter optimeres energiforbruget yderligere med komponenter og intelligent styring, for til sidst at integrere lokal energiproduktion i bygningsdesignet og dermed overholde lavenergiklasse 2015.

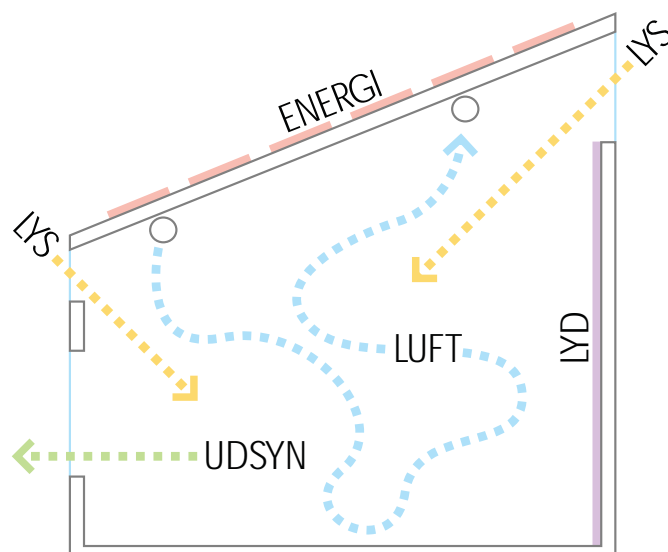
Foruden et lavt energiforbrug skal bygningen overholde kategori B for indeklimaet. Behagelige rumtemperaturer, ren luft, rigeligt med dagslys og gode akustiske forhold skal derfor sikres ved hjælp af konceptuelle og løbende beregninger og analyser. Ved at arbejde med bygningsfysik, zoning og orientering samt integreret design af solafskærmningen, skal der sikres tilstrækkelige gode lysforhold uden gener i form af blænding og problemer med overophedning på grund af solvarme. Ligeledes skal der sikres gode akustiske forhold ved at integrere akustikregulering i bygningsdesignet fra start, og indarbejde det som en del af arkitekturen.



Med integrerede helhedsløsninger skal den nye skole have fokus på arkitektens miljømæssige, økonomiske og sociale aspekter.



Energiforbruget skal først reduceres ved passive tiltag, herefter optimeres ved hjælp af tekniske løsninger hvorefter den resterende energi produceres for at overholde energirammen.



Behagelige rumtemperaturer, ren luft, gode dagslys- og akustiske forhold skal sikres ved at integrere tekniske løsninger tidligt i designet, og dermed sikre lavt energiforbrug og godt indeklima.

I AM ENTIRELY CERTAIN
THAT 20 YEARS FROM
NOW WE WILL LOOK
BACK AT EDUCATION
AS IT IS PRACTICED IN
MOST SCHOOLS TODAY
AND WONDER HOW
WE COULD HAVE TOLE-
RATED ANYTHING SO
PRIMITIVE.

- John W. Gardner, 1968 [143]

2.4

OPSAMLING

Dette er det sidste afsnit i ANALYSEN, og har til formål at samle op på de tre foregående afsnit, ved at opstille en vision, koncepter og beskrivelse af funktioner og omfang af projektet.

2.4.1 VISION

2.4.2 STRATEGISKE KONCEPTER

2.4.3 FUNKTIONER

2.4.4 AREALFORDELING

2.4.5 OMFANG

VISION

2.4.1

Den nye midtbyskole er et visionært demonstrationsprojekt for Aarhus Kommunes Klimapolitik og skal samtidig vise vejen for fremtidens skolebyggerier ved at nytænke de fysiske rammer for børns leg og læring. Der skal derfor lægges vægt på at skabe inspirerende rammer, der styrker hvert enkelt barns udvikling, bevægelse, leg og læring ved at stimulere barnets oplevelser i erkendelse af, at hvert enkelt barn har unikke interesser, evner og læringsbehov. Målsætningen er at skabe oplevelses- og læringsrige rumforløb, der styrker hvert enkelt barns læring og udvikling.

Tryghed, nærhed og trivsel er ligeledes vigtige elementer og skolen skal derfor stadig have et primært rum, som eleverne har som det sted, de ved, de altid kan vende tilbage til. Måden, hvorpå elever og medarbejdere anvender det primære rum, andre rum og udearealer i skolens nærhed, vil derimod variere, og aktiviteter som leg, observation, forsøg og praktiske opgaver vil være en integreret del af den faglige læring på skolen. Skolens rum skal altså have en høj grad af rumfleksibilitet og understøtte arbejdet med elevernes forskellige læringsstile, ved både gruppearbejde og individuel fordybelse. Derudover skal der i nærhed til skolen, etableres udearealer der kan benyttes til udendørs undervisning og som opfordrer til bevægelse og aktivitet.

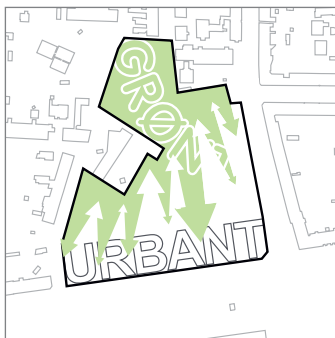
Den nye midtbyskole skal være kernen i et sammenhængende børn- og ungemiljø i midtbyen, og en skole der åbner sig op mod omgivelserne og inviterer områdets øvrige borgere indenfor. Samtidig skal den nye skole etableres, så der er mulighed for at få et samarbejde og fællesskab på tværs af hele skolen i mindre enheder, fællesskaber og med skolens brugere uden for den normale åbningstid. Etableringen og designet af skolens hjerte er derfor essentielt for at opnå dette, hvor skolens hjerte foruden at være centralt beliggende, skal være et sammenbindende lyst og åbent fællesareal hvor morgensamlinger og andre arrangementer kan foregå og dermed sikre oplevelsen af at være én skole.

Skolen skal ligeledes være et forbillede for bæredygtigt byggeri. Bæredygtigt byggeri i forhold til pædagogik, energi, lyd og samspil med omgivelserne i form af de fremtidige aktiviteter på N.J. Fjordsgades Skole og Skolemarkens eksisterende tilbud, der skal bevares. Ved at integrere og designe tekniske løsninger og have fokus på helheds løsninger, skal et integreret bygningsdesign sikres. En bygning hvis arkitektur og rum understøtter elevernes kreativitet, udvikling, leg og læring og hvor et godt indeklima med gode dagslysforhold, behagelige temperaturer og gode akustiske forhold sikres ved integreret bygningsdesign.

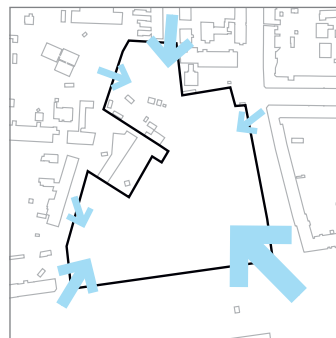
FÆLLESSKAB
ÅBENHED
MANGFOLDIGHED
TRIVSEL
BÆREDYGTIGHED

STRATEGISKE KONCEPTER

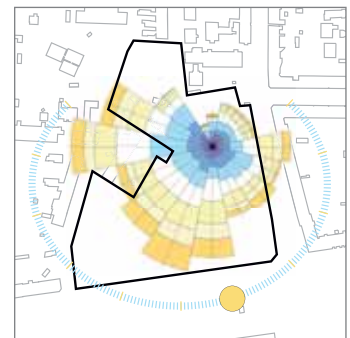
2.4.2



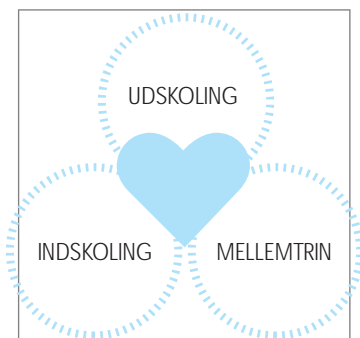
Skolemarkens grønne areal skal bevares og flettes sammen med den nye skoles mere urbane karakter som skal forholde sig til den nærliggende kontekst, for at sikre sammenhæng og synergi.



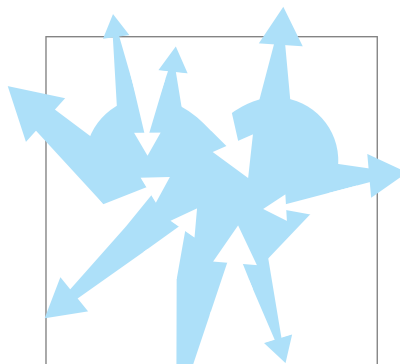
Flow og forbindelser skal bevares igennem området og den nye skole skal være åben og imødekomende, og invitere nærmiljøet indenfor.



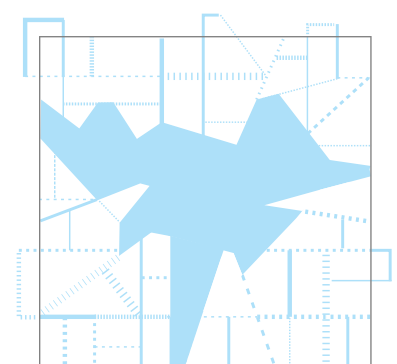
Placering og orientering af den nye skole skal sikre attraktive udearealer med sol og i læ for vinden og sikre et bæredygtigt bygningsdesign.



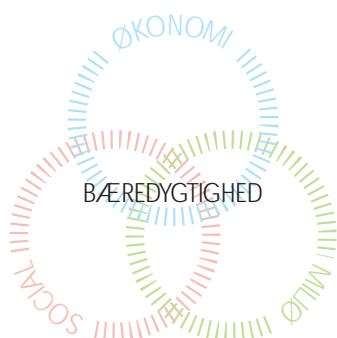
En tredling af skolen, skal sikre gode rammer for børn på forskellige udviklingstrin. Derudover skal skolens hjerte fungere som samlende fællesareal og sikre oplevelsen af fælleskab.



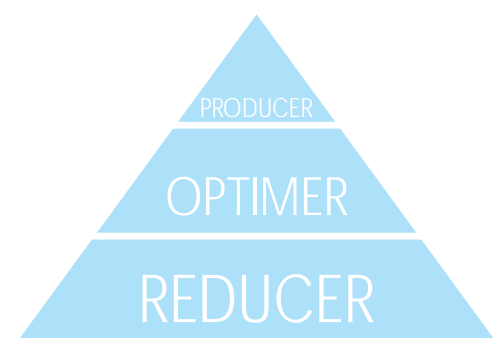
Skolens hjerte skal benyttes af offentligheden uden for åbningstiden og signalere åbenhed og invitere nærområdets borgere indenfor.



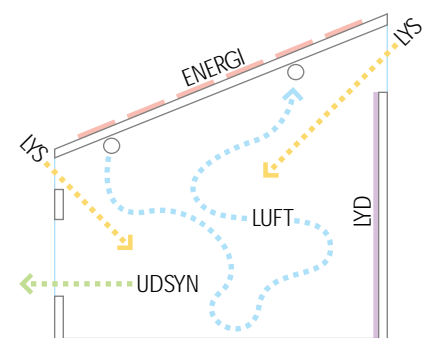
Rum skal indrettes så de appellerer til børns fantasi, samtidig med at der ved hjælp af fleksibilitet, tages højde for individuelle hensyn og mangfoldighed.



Med integrerede helhedsløsninger skal den nye skole have fokus på arkitekturens miljømæssige, økonomiske og sociale aspekter.



Energiforbruget skal først reduceres ved passive tiltag, herefter optimeres ved hjælp af tekniske løsninger hvorefter den resterende energi produceres for at overholde energirammen.



Behagelige rumtemperaturer, ren luft, gode dagslys- og akustiske forhold skal sikres ved at integrere tekniske løsninger tidligt i designet, og dermed sikre lavt energiforbrug og godt indeklima.

FUNKTIONER

2.4.3

For at få et overblik over de forskellige funktioner og deres indbyrdes organisering, gives her en kort beskrivelse af de vigtigste funktioner som den nye midtbyskole skal indeholde.

GENERELT

På den nye skole skal der være plads til bevægelse, ophold, leg og læring og skabes nye attraktive udearealer, der spiller sammen med og forstærker de eksisterende tilbud på legepladsen Skolemarken, hvis funktion som grønt åndehul i byen skal bevares. For at optimere arealerne af udearealerne kan bygningen med fordel designes så dele af tagfladerne kan anvendes til ophold og leg.

Den nye skole skal være rumlig fleksibel og undervisningen skal kunne foregå på mange forskellige steder, og det samme rum skal kunne anvendes til flere typer aktiviteter. Der ønskes ligeledes en disponering af bygningen, hvor uderummet inddrages i overvejelserne og hvor bygningskroppen disponeres, så der skabes mulighed for udendørs ophold og aktivitet for elever og medarbejdere, til både leg og læring.

Den nye midtbyskole skal være opbygget omkring et centralt sted, hvor skolens elever kan samles og som kan benyttes af bygningens øvrige brugere – skolens hjerte. Det skal være placeret centralt og som bindeled mellem de forskellige funktioner. Derudover skal der være øvrige fællesfunktioner og administrative funktioner samt en tredeling af skolen i henholdsvis indskoling, mellemtrin og udskoling. Man skal dog kunne komme rundt uden at gå ud, og bygningsvolumener i den nye skole skal derfor hænge sammen, også for at understøtte ønsket om én skole med et stort fællesskab på skolen.

SKOLENS HJERTE

Skolens hjerte er der hvor alle elever kan samles til morgensamling, til teater eller hvor større arrangementer som f.eks. en skolefest kan foregå. Skolens hjerte skal indrettes, så det kan anvendes af offentligheden udenfor skolens almindelige åbningstid og signalere åbenhed og invitere nærområdets borgere indenfor.

Som funktionsdiagrammet viser er det et ønske, at skolens hjerte placeres med tæt forbindelse til hjemkundskab, idrætssal og musik/scenerum, hvor musik/scenerum både skal kunne anvendes som et samlet musiklokale og som separat scenerum, der kan åbnes ud mod skolens hjerte. Hjemkundskab skal have direkte adgang fra skolens hjerte og køkkenfaciliteter skal også kunne anvendes af fritidsbrugere og andre udenfor skolens åbningstid til madlavningskurser og lignende.

KERNER; KLASSERUM OG SFO

Den nye midtbyskole skal indrettes med en række kerner for hver årgang, der typisk rummer 3-5 klasserum, fællesarealer med køkken, garderobe, toiletter, depot og møderum. Grundideen i en underopdeling af den nye skole i en række kerner er at etablere mindre fællesskaber, hvor der foregår et samarbejde på tværs i medarbejdergruppen, og hvor der foregår fællesaktiviteter for elever i klasser og SFO.

I indskoling skal der foruden de ovennævnte funktioner etableres et fleksibelt rum som kan dobbeltprogrameres som værksted og SFO. De fleste af indskolingens lokaler skal ligge i stueetagen, da der skal være mulighed for ind og udgange til legeplads og udendørsfaciliteter. Indskolingens klasserum skal have mulighed for fleksibilitet indenfor rummets fire vægge, da fællesrummet forstyrrer de mindste elever for meget. Der skal ligeledes være en høj grad af hjemlighed og sporbarhed, samt nicher og hygge kroge til at læse, høre musik eller arbejde individuelt eller i små grupper.

Mellemtrin og udskoling etableres på samme måde som ved indskoling omkring det fælles projektområde, dog uden det ekstra lokale til værksted/SFO og med en højere grad af fællesarealer. Disse fællesarealer stiller ligeledes krav til fleksible rumligheder for at understøtte de forskellige læringsituationer og med plads til uformelle snakke og ophold. Fællesarealerne i udskoling kan med fordel udformes, så der er mulighed for at læreren kan få visuel kontakt med alle, og hvor der i højere grad er krav til bløde mellemzoner til ophold pauserne. Mellemtrin skal ligeledes have direkte adgang til udearealer mens kravet er mindre til udskolingens elever.

Kernen skal kunne rumme mange forskellige aktiviteter. Grupper i traditionelle undervisningssituationer, mindre grupper, gruppearbejde og aktiviteter som leg og fællesskaber. Der skal derfor skabes små rum i de store, der understøtter de forskellige situationer ved hjælp af bygningsfysik, zoning, indretning og opkobling. Derudover skal der sikres forbindelser mellem klasserum og det fælles område, når man ønsker, men uden at børn, der sidder ned forstyrrer visuelt af den aktivitet der foregår uden for klasserummet.

FAGLOKALER

Faglokaler består af faciliteter til natur og teknik, sløjd, håndarbejde og billedkunst. Lokaler til de kreative fag; sløjd, håndarbejde og billedkunst indrettes som et sammenhængende område, der kan underopdeles i to eller flere områder. Lokalerne til de kreative fag skal overordnet have et udtryk, der understøtter kreativt arbejde og skal ligeledes have udgang til et fælles udeareal, der kan fungere som udeværksted. De kreative fag kan ligeledes med fordel placeres i forbindelse med de andre offentlige funktioner i skolens hjerte og på den måde sikre en brug af lokalerne uden for skolens åbningstid. Derudover vil en nær beliggenhed til mellemtrin og udskolingens elever være at foretrække, da de er primære brugere af faciliteterne.

IDRÆT

Idrætssalen vil sammen med udendørs idræts- og bevægelsesfaciliteter give gode fysiske muligheder for skolen og for lokalsamfundets idrætsudøvelse. Skolens idrætsområde ønskes placeret i tilknytning til skolens hjerte og gerne med mulighed for rumlig sammenhæng hermed, så offentlig adgang fungerer nemt og med et minimum af styring i adgang til de andre rum og faciliteter, som er tænkt adgang til offentligheden. Omklædnings- og depotfaciliteter kan med fordel tænkes sammen med scenerummet, så omklædning til idræt også kan anvendes ved eksempelvis teaterforestillinger. Derudover kan idrætssal og omklædningsfaciliteter med fordel placeres så der er let adgang til tilstødende udearealer.

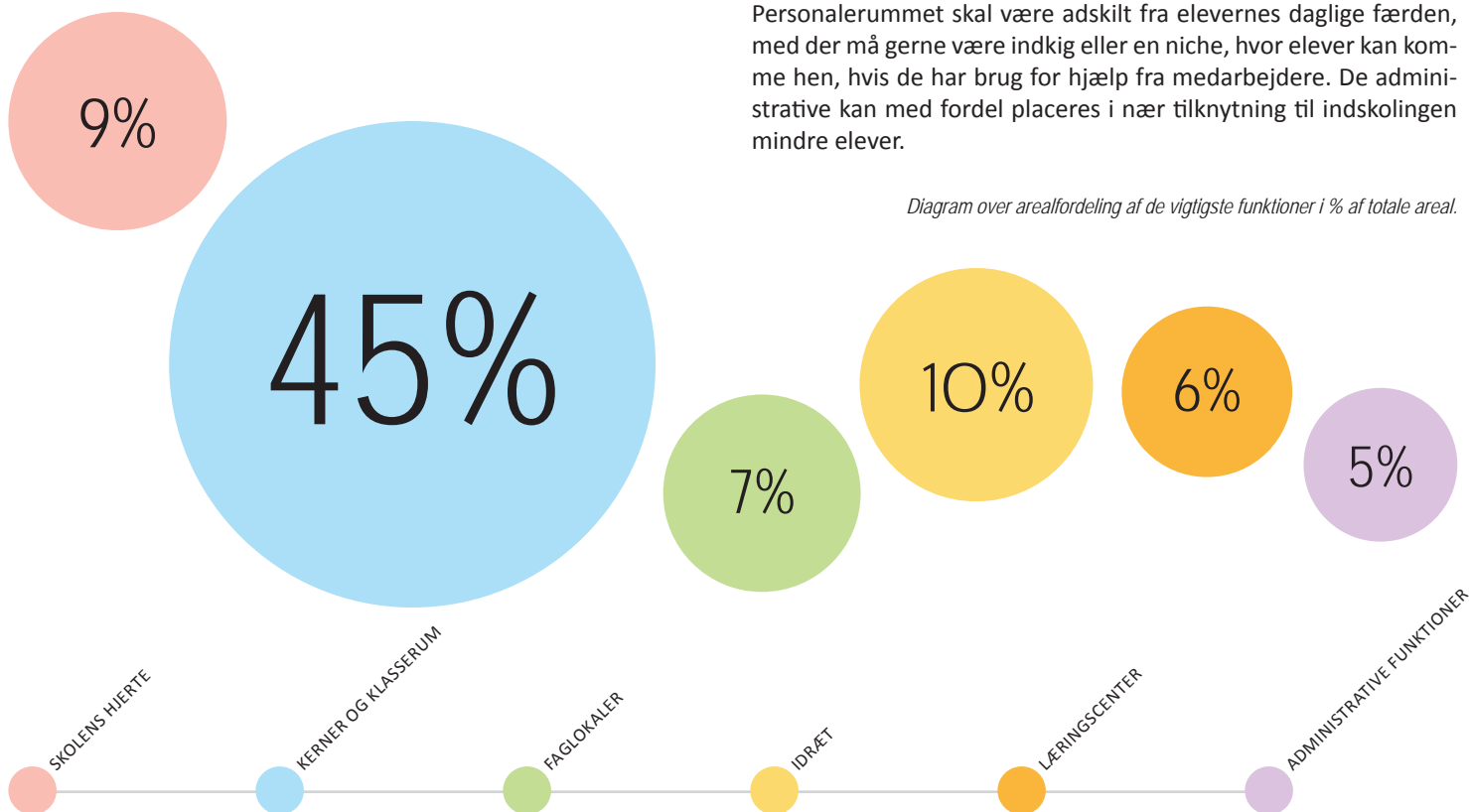
LÆRINGSCENTER

Læringscenteret er et sted, hvor elever og medarbejdere kan søge informationer og vejledning i forhold til skrevne og virtuelle medier. Læringscenteret skal samtidig være et sted, der byder på oplevelser i form af læseoplevelser, fagoplevelser og oplevelser med udforskning af viden. Det skal opleves som åben og centralt, når man færdes på den nye midtbykskole. Gerne med en central placering, men ikke som et gennemgangssted. Det kan ligeledes være fordelt over flere planer og skal indrettes med flere læsekroge/nicher, hvor der skal etableres passende belysning til de forskellige situationer, der finder sted i læringscenteret. Der skal være it-arbejdspladser, hyggelokke til læsning, udstillingspladser, og en opdeling af afdelinger til de små/store, lærerbibliotek, elevprint og interaktive tavler og plads til ophold på specialdesignet inventar. Det skal være et sted der tiltrækker elever. Både fordi de her kan finde forskelligt materiale, men også fordi læringscenteret skal byde på særlige aktiviteter og oplevelser. Læringscenteret tænkes som et aktivt sted med læseaktiviteter, fremlæggelse af projekter og nye måde at integrere kropslig og boglig viden

ADMINISTRATIVE FUNKTIONER

De administrative funktioner ønskes placeret samlet, så der opstår gode muligheder for dialog og koordinering i medarbejdergruppen. Området disponeres med en vis nærhed eller sammenhæng i kontorfaciliteter til ledere, sekretær, opholdsfunktioner og lærerforberedelse. Personalerummet svarer til det man på en traditionel skole ville kalde et lærerværelse. På den nye midtbykskole er en af værdierne fællesskab, og der ønskes derfor ikke en opdeling i forskellige personalegrupper, men et samlet personalerum for lærere, pædagoger, administrativt personale og servicepersonale. Personalerummet skal være adskilt fra elevernes daglige færden, med der må gerne være indkig eller en niche, hvor elever kan komme hen, hvis de har brug for hjælp fra medarbejdere. De administrative kan med fordel placeres i nær tilknytning til indskolingens mindre elever.

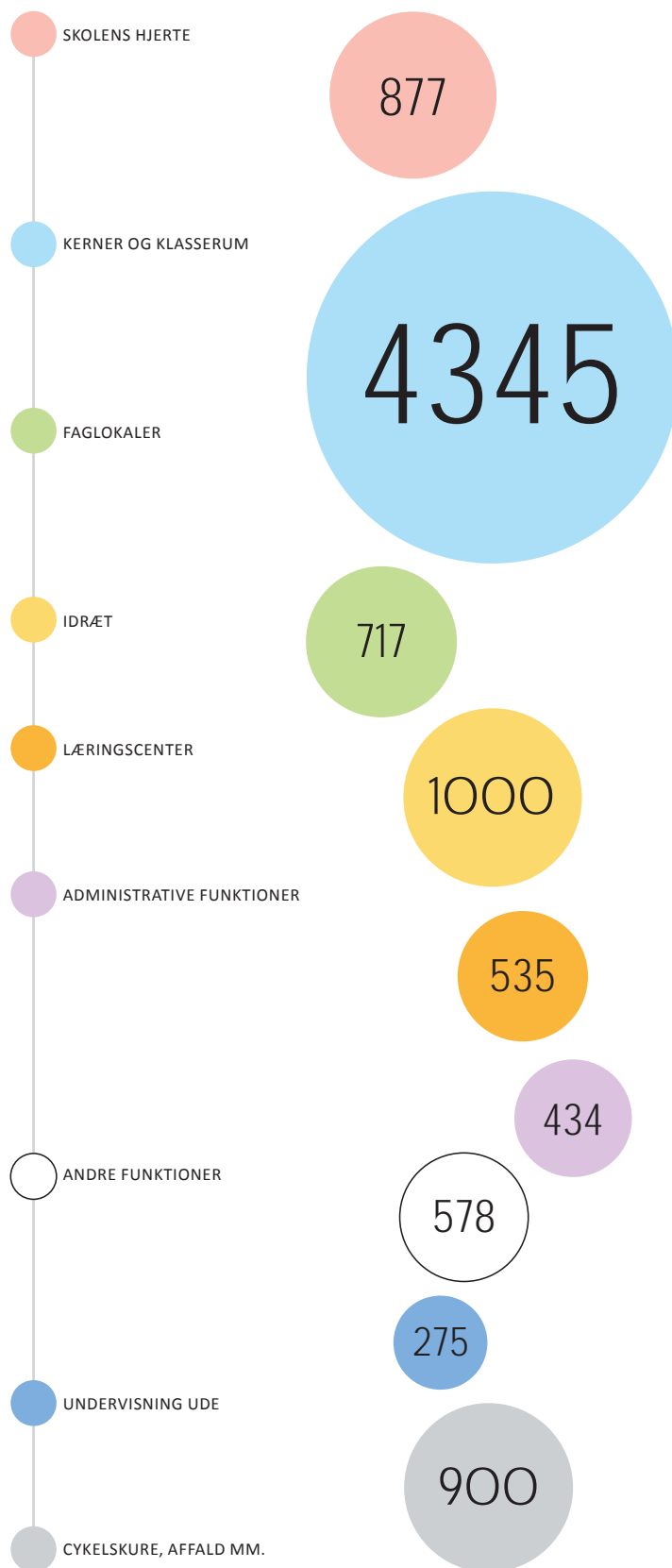
Diagram over arealfordeling af de vigtigste funktioner i % af totale areal.



AREALFORDDELING

2.4.4

AFSNIT	BESKRIVELSE	ANTAL	STØRRELSE	AREAL SUM
1.	Skolens hjerte			
1.1	Skolens hjerte	1	500	500
1.2	Musiklokale / Scenerum	1	80	80
1.2	Musiklokale	1	60	60
1.3	Depot musik	2	12	24
1.4	Stoledepot	1	60	60
1.5	Teaterdepot	1	35	35
1.6	Hjemkundskab, kiosk/madudsalg	1	100	100
1.7	Vindfang	2	9	18
2.	Kerne; Klasserum og SFO			
2.1	Klasserum	40	63	2520
2.2	Værkstedrum	4	35	140
2.3	Garderobes	10	40	400
2.4	Toiletter inkl. Handicap	43	5	215
2.5	Depot, til hver kerne	10	15	150
2.6	Projektrum / mødelokale	10	12	120
2.7	Fællesareal med køkken	10	80	800
3.	Faglokaler			
3.1	Kreative fag	5	85	425
3.2	Maskinværksted med materialedpot	1	25	25
3.3	Keramikovn samt opbevaring	1	10	10
3.4	Depot, håndarbejde og billedkunst	3	25	75
3.5	Servicemedarbejder kontor/værksted	1	17	17
3.6	Natur og Teknik, inde	2	75	150
3.7	Depot, natur og teknik	1	15	15
4.	Idræt			
4.1	Idrætssal	1	800	800
4.2	Opbevaring idræt	1	40	40
4.3	Idræt; omklædning, bad toiletter	2	70	140
4.4	Omklædning undervisere	2	10	20
5.	Læringscenter			
5.1	Læringscenter	1	400	400
5.2	Kontor; læsekonsulent, bibliotekar, IT Vejleder	1	25	25
5.3	Klasserum, læseklasse	2	20	40
5.4	Specialundervisning / AKT	2	20	40
5.5	Bogdepot	1	30	30
6.	Administrative funktioner			
6.1	Personalerum	1	140	140
6.2	Lærerforberedelse	1	75	75
6.3	Pædagogisk værksted	1	20	20
6.4	Kontor; Skoleleder	1	25	25
6.5	Kontor; mellemledere	3	10	30
6.6	Kontor; Sekretær og forkontor	1	25	25
6.7	Kontor; SFO, leder og souschef	1	17	17
6.8	Printerrum og depot, kontorartikler	1	12	12
6.9	Mødelokale	1	30	30
6.10	Personale; garderobe og bad	1	30	30
6.11	Toiletter inkl. Handicap	2	15	30
7.	Andre funktioner			
7.1	Sundhedsplejerske og hvilerum	1	15	15
7.2	Central rengøringsrum	1	20	20
7.3	Rengøringsrum; hvert område	10	6	60
7.4	Serverrum	1	10	10
7.5	Toiletter inkl. Handicap	6	5	30
7.6	Printerrum	3	6	18
7.7	Teknikrum (evt. i kælder)	-	300	300
7.8	Depot, undervisningsmøbler (evt. kælder)	2	50	100
7.9	Decentrale rum for krydsfelt	5	5	25
8.	Undervisningsbygninger i terræn			
8.1	Overdækkede udearealer	-	150	150
8.2	Natur og teknik - ude	1	15	15
8.3	Natur og teknik - depot, ude	1	10	10
8.4	Depot for skole og SFO	2	20	40
8.5	Udetoiletter	3	20	60
9.	Andre bygninger i terræn			
9.1	Sorterings- og affaldsgårde	2	25	50
9.2	Redskabsskur til materiel	1	100	100
9.3	Cykelskure	-	750	750
	Bygningsareal netto total			9661
	Bygningsareal brutto total (Netto x 1,3)			12559



AS DESIGN PROFESSIONALS, WE WANT TO KNOW THE REQUIREMENT - WHAT'S THIS ROOM FOR? BUT KIDS SEE THINGS JUST AS THEY ARE. (...) KIDS CAN MAKE SOMETHING OUT OF ANYTHING. AS A PROGRAM REQUIREMENT, WE HAVE TO ALLOW THESE SPACES TO BE ANYTHING.

- Peter Brown, Forfatter og uddannelses specialist [144]



SKITS



ERINING

**EVERY SCHOOL IS LO-
CATED IN A PARTI-
CULAR PLACE WITH ITS
OWN UNIQUE GEOLO-
GICAL FEATURES AND
NATURAL HISTORY.
CALL ATTENTION TO A
SCHOOL'S SITE WITH
DESIGN, CONSTRU-
TION AND SIGNAGE.**

3.1

INDLEDENDE STUDIER

I dette første afsnit af SKITSERINGEN, vil et udvalg af forskellige studier blive præsenteret. Disse studier vil herefter kombineret med analysen danne grundlag og udgangspunkt for konceptudviklingen af den nye skole.

3.1.1 VOLUMENSTUDIER

3.1.2 ENERGISTUDIER

3.1.3 DAGSLYSSTUDIER

3.1.4 KONKLUSION STUDIER

VOLUMENSTUDIER

3.1.1

For at få en forståelse af størrelsen af den nye midtbykskole i relation til grunden, foretages indledningsvis nogle volumenstudier på grunden.

Til disse volumenstudier anvendes Project Vasari som værktøj til automatisk at beregne arealer, og udnytte informationen i BIM-modellen. Dels i forhold til de enkelte etager, men ligeledes for at holde styr på det samlede areal. Dette kan gøres ved selv de mest komplekse former, som det ses i figur CCC her på siden. De forskellige volumenstudier på modsatte side er alle på ca. 12.500m², hvor grunden inklusiv Skolemarkens grønne arealer som gerne skal bevares, er på 17.500m², som det også fremgår tidligere i analysen.

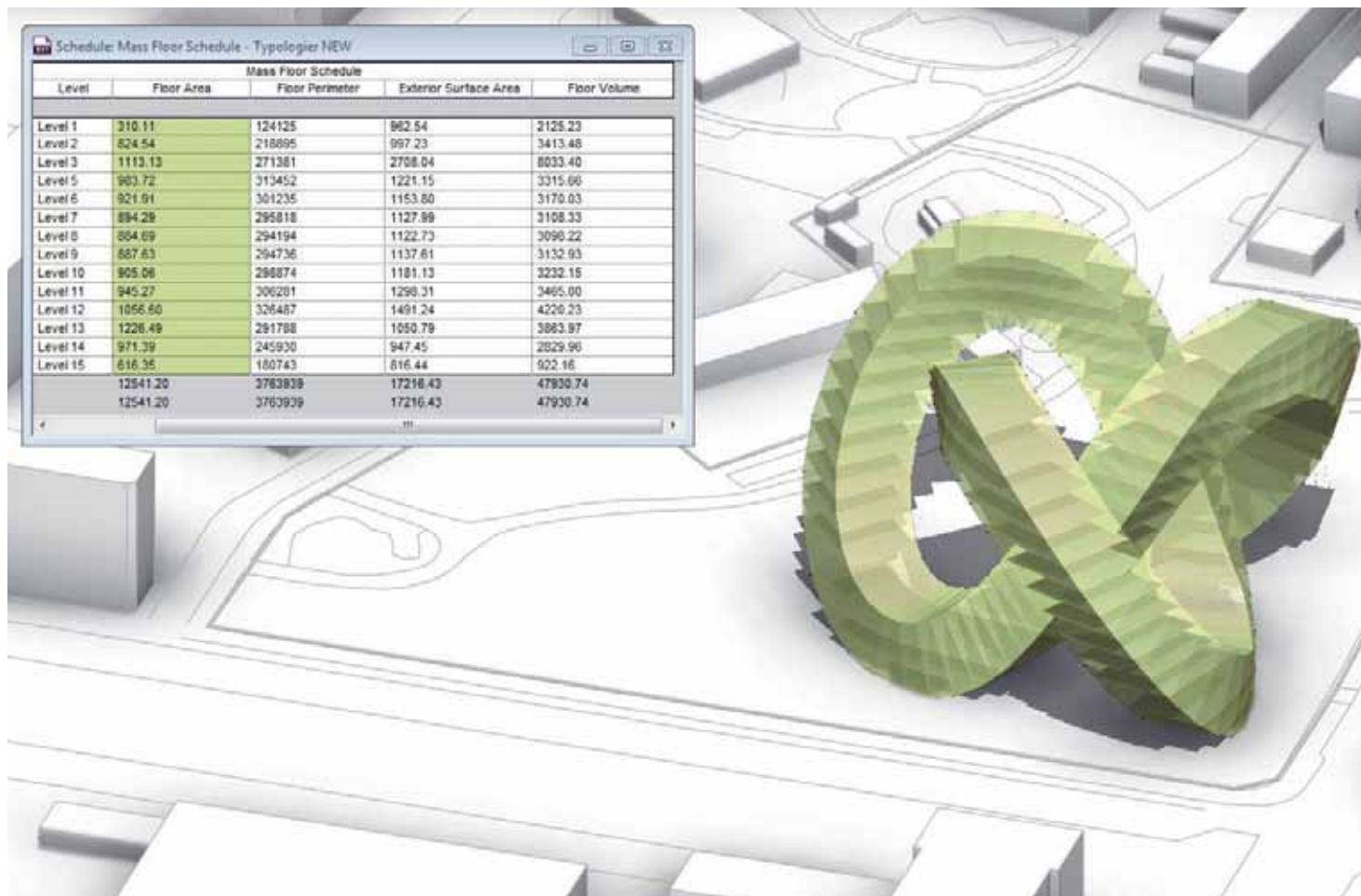
Ved at foretage disse studier digitalt, giver det samtidig mulighed for at opleve bygningens rumligheder i øjenhøjde, og på den måde sikre at bygningen formgives med udgangspunkt i den rumlige oplevelse og i øjenhøjde, og dermed som den reelt set vil blive oplevet på grunden frem for som den vil blive set fra en helikopter. Ydermere giver de digitale studier mulighed for at analysere bygningsmasserne for andre parametre. Dette kunne for eksempel være den samlede solbestråling (Solar Radiation) eller brugen af Sun-path, for at se hvorledes bygningen ligger placeret i forhold til konteksten og solens bane på himlen. Dette kan benyttes til at afgøre bedst mulige placering af solceller og vinduesåbninger samt

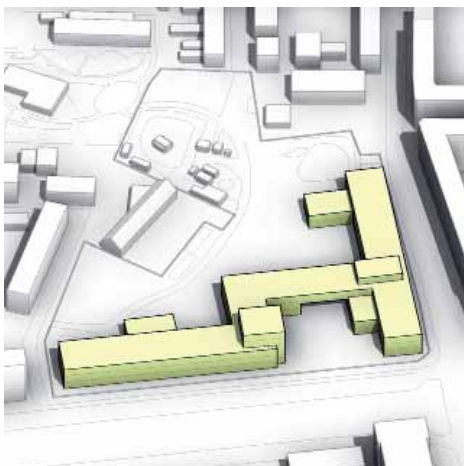
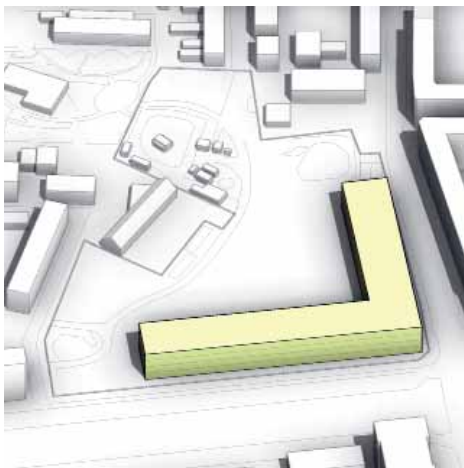
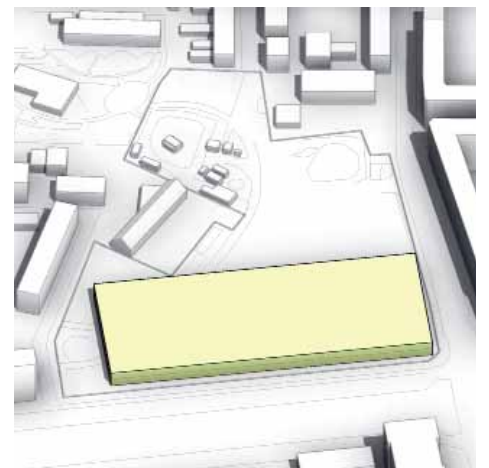
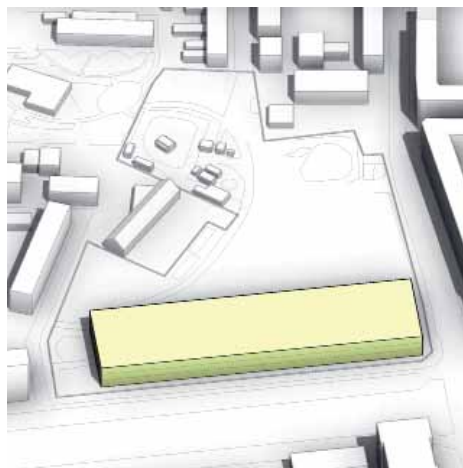
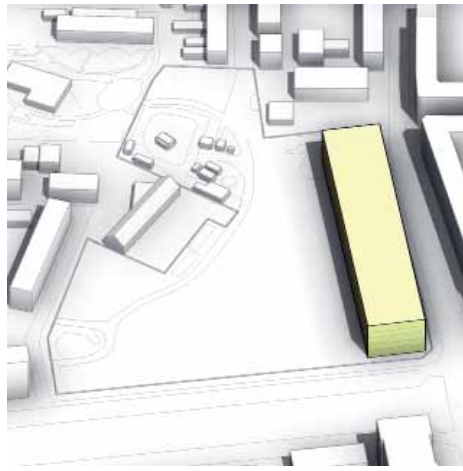
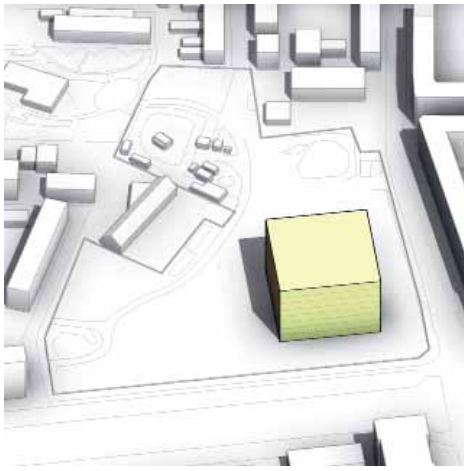
definere hvor udearealer skal placeres for at opnå en optimal beliggenhed med mulighed for sol.

I den nyeste udgave af Project Vasari 2.0 er der ligeledes mulighed for at importere et skaleret Google Map satellitfoto af projektområdet, som dermed kan være en god måde at kickstarte et nyt skitseprojekt på, hvis kortgrundlaget fra byherre eller konkurrencen ikke er tilstrækkeligt eller til at få fat i.



Schedule: Mass Floor Schedule - Typologier NEW				
Mass Floor Schedule				
Level	Floor Area	Floor Perimeter	Exterior Surface Area	Floor Volume
Level 1	310.11	124125	862.54	2125.23
Level 2	824.54	218895	997.23	3413.48
Level 3	1113.13	271381	2708.04	8033.40
Level 5	983.72	313452	1221.15	3315.66
Level 6	921.91	301235	1153.80	3170.03
Level 7	884.29	298818	1127.99	3108.33
Level 8	884.69	294194	1122.73	3096.22
Level 9	687.63	294736	1137.61	3132.93
Level 10	905.08	298874	1181.13	3232.15
Level 11	945.27	306201	1290.31	3465.00
Level 12	1056.60	326487	1491.24	4226.23
Level 13	1226.49	281788	1050.79	3883.97
Level 14	971.39	245930	947.45	2829.96
Level 15	616.35	180743	816.44	922.16
	12541.20	3763939	17216.43	47930.74
	12541.20	3763939	17216.43	47930.74





ENERGISTUDIER

3.1.2

Det strategiske energikoncept for den nye skole fokuserer som tidligere nævnt, på integrerede helhedsløsninger. Først reducere og herefter optimere, for til sidst at producere den tilbageværende energi, og dermed overholde kravene til lavenergiklasse 2015. Dette afsnit vil derfor indeholde forskellige indledende studier af passive tiltag som orientering, form, klimaskærm og solafskærmning, for at få en forståelse af disse parametres betydning for det samlede energiforbrug.

Den rette orientering af bygningen er en af de billigste og dog mest effektive måder at opnå et bæredygtigt byggeri på. Hvorledes bygning og vinduesåbninger orienterer sig i forhold til solen har stor betydning for energiforbruget og komfortniveau for brugerne af bygningen. I skemaet nederst på denne side, kan det ses hvorledes kombinationen af orientering, solafskærmning og dagslysstyret belysning, kan reducere energiforbruget på et kontor med op til 20%.

FUNKTIONER OG BYGNINGSTYPE

Med henblik på at udvikle et bæredygtigt bygningskoncept for den nye midtbykskole, er det vigtigt at få et overblik og forståelse for skolens forskellige funktioner. Orienteringens betydning for energiforbruget vil nemlig variere i henhold til funktion og bygningstype, i forhold til at udnytte solvarmen som passiv varmetilskud og undgå kølebehov. Her er det især afgørende om bygningen er domineret af interne- eller eksterne varmebelastninger.

Klasserum, faglokaler og kontorer er primært domineret af interne varmebelastninger i form af apparater og antallet af personer i lokalet. Ligeledes vægtes brugerens oplevelse af rummet og kravet om at undgå blænding højere end at udnytte solvarmen i de måneder hvor dette kunne være fordelagtigt. Det primære mål for disse rum, vil derfor være at bearbejde facade og solafskærmning så passiv opvarmning undgås, samtidig med at gode dagslysforhold sikres. Dog vil en nødvendig solafskærmning mod syd, forringe dagslysforholdene væsentligt i rummet, men vil ligeledes ikke kunne undværes i forhold til blænding og for at undgå et for stort varmetilskud. For at få en indikation af middeltemperaturen

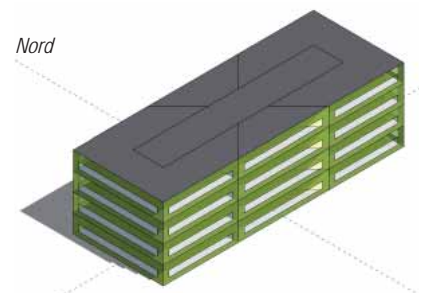
i et klasseværelse med orientering mod henholdsvis Nord og Syd, og for at vurdere om køling er nødvendigt, foretages indledningsvis forskellige døgnmiddel beregninger ved hjælp af det prædefinerede regneark. Disse er at finde på den vedlagte CD, og ud fra disse vurderes det at der ikke er behov for køling. Ligeledes ud fra den betragtning at skolen holder lukket i årets varmeste måneder.

Anderledes ser det ud med fællesarealer, kreative fag, læringscenter og skolens hjerte, som skal være store åbne lyse rum. Disse vil i høj grad kunne udnytte den passive solvarme og samtidig udnytte naturlig ventilation i form af termisk opdrift til at sænke energiforbruget til ventilation og varme i sommermånedene. Brugere af disse åbne fællesarealer vil ligeledes have mulighed for at finde et tilsvarende sted med en anden belysning, hvis gener fra direkte sollys forekommer.

På modsatte side ses hvorledes energiforbruget kan variere for tre af de mange prædefinerede bygningstyper som kan vælges i Project Vasari. Her ses der en tydelig forskel i interne varmebelastninger iht. de forskellige bygningstyper. Alle beregninger er foretaget på en basis bygning, med standard U-værdier og opdelt i zoner efter *Best Practice principper* beskrevet i vejledningen, og orienteret i vest-øst gående retning som nedenstående illustration af basis bygningen viser.

BASIS BYGNING

U-værdier: Væg:0,57// Terrændæk:0,52// Tag:0,26// Vinduer:0,56
 Areal: 2400m²
 Bredde: 15m
 Længde: 15m
 Vægge mod de fri: 14.208m²
 Glasandel: 0,30



5-ETAGERS KONTOR PÅ 4.645m ²		ORIENTERING		ORIENTERING + SOLAFSKÆRMNING		ORIENTERING + SOLAFSKÆRMNING + DAGSLYSSTYRING	
Orientering	Rotation ift syd	Energiforbrug, kWh/m ²	Årlig besparelse på drift (ift. BASIS BYGNING)	Energiforbrug, kWh/m ²	Årlig besparelse på drift (ift. BASIS BYGNING)	Energiforbrug, kWh/m ²	Årlig besparelse på drift (ift. BASIS BYGNING)
	90° V	196,2	BASIS BYGNING	181,0	6,39%	172,4	15,24%
	45° V	196,8	0%	179,1	6,84%	170,5	15,70%
	15° V	193	0,9%	179,4	6,89%	165,7	18,27%
	0°	194	0,7%	179,7	6,84%	165,7	18,27%
	15° Ø	192,4	1,3%	176,5	7,90%	163,8	18,89%
	30° Ø	194,9	0,7%	178,4	7,30%	165,1	18,33%
	45° Ø	195,5	0,5%	178,4	7,15%	165,4	18,03%

Simulerede samlede effekt af korrekt orientering og andre strategier, foretaget af BNIM Architects. (Omregnet fra Btu/sf til kWh/m²) [146]

SKOLE / UNIVERSITET

Personer (25 pr. 100m²): 780

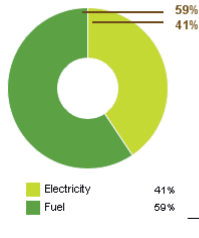
Middelbeslynsning: 12.92 W/m²

Energiforbrug El: 108 kWh/m²/år

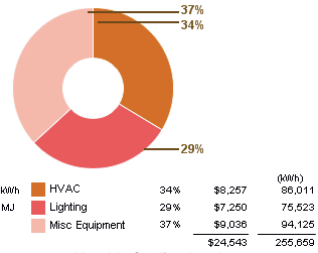
Energiforbrug Brændstof: 571 MJ/m²/år // 160 kWh/m²/år

Energiforbrug TOTAL: 961 MJ/m²/år // 267 kWh/m²/år

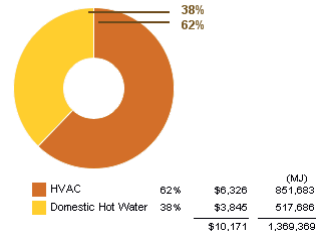
Annual Energy Use/Cost



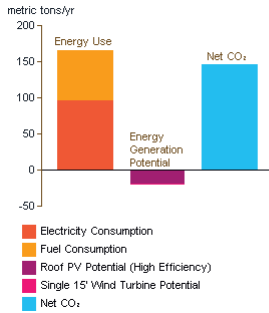
Energy Use: Electricity



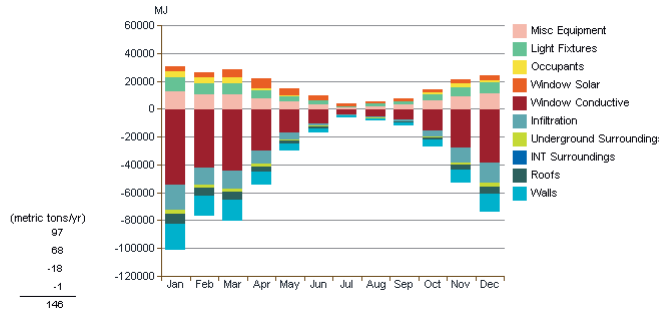
Energy Use: Fuel



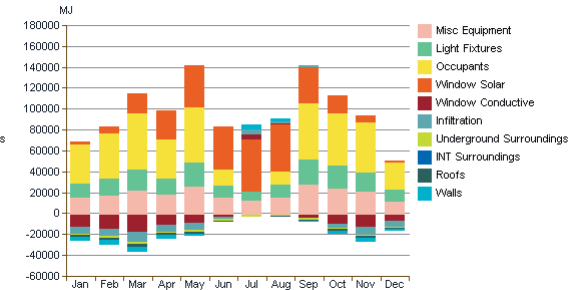
Annual Carbon Emissions



Monthly Heating Load



Monthly Cooling Load



KONTOR

Personer (3,5 pr. 100m²): 109

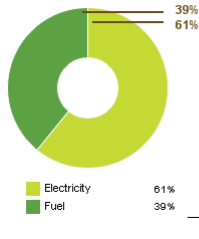
Middelbeslynsning: 10.87 W/m²

Energiforbrug El: 144 kWh/m²/år

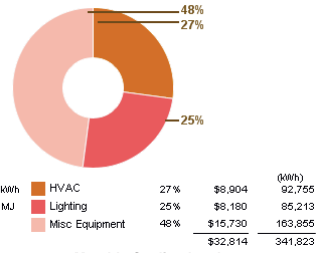
Energiforbrug Brændstof: 334 MJ/m²/år // 90 kWh/m²/år

Energiforbrug TOTAL: 853 MJ/m²/år // 237 kWh/m²/år

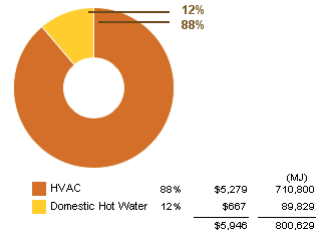
Annual Energy Use/Cost



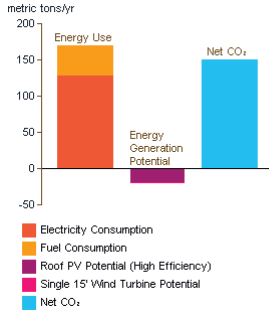
Energy Use: Electricity



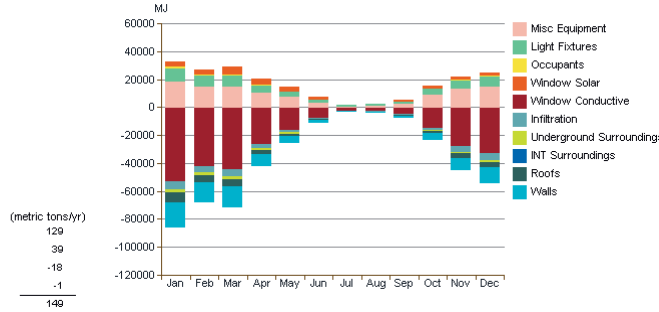
Energy Use: Fuel



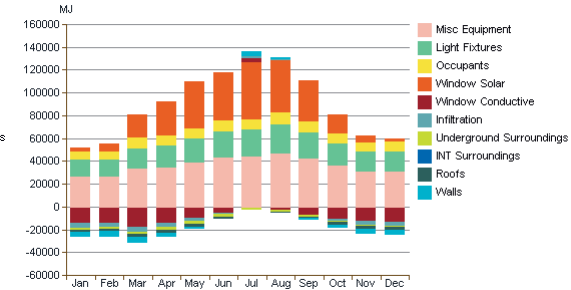
Annual Carbon Emissions



Monthly Heating Load



Monthly Cooling Load



BIBLIOTEK

Personer (10 pr. 100m²): 312

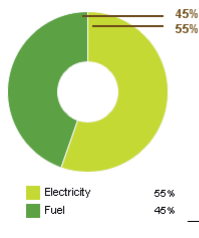
Middelbeslynsning: 13.99 W/m²

Energiforbrug El: 141 kWh/m²/år

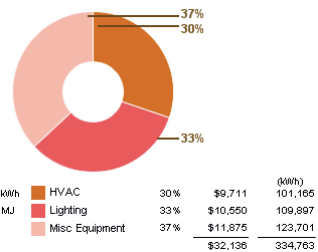
Energiforbrug Brændstof: 410 MJ/m²/år // 110 kWh/m²/år

Energiforbrug TOTAL: 919 MJ/m²/år // 255 kWh/m²/år

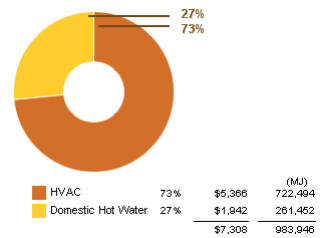
Annual Energy Use/Cost



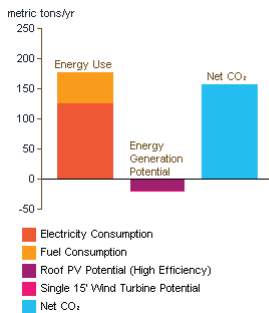
Energy Use: Electricity



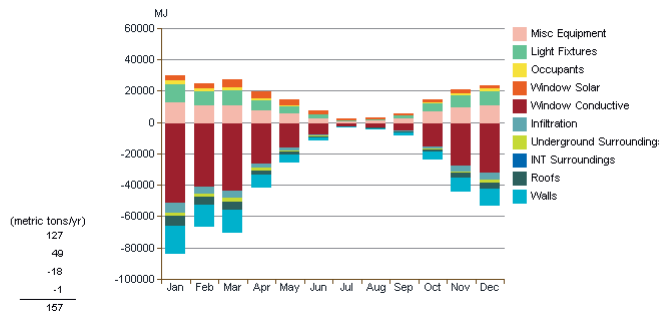
Energy Use: Fuel



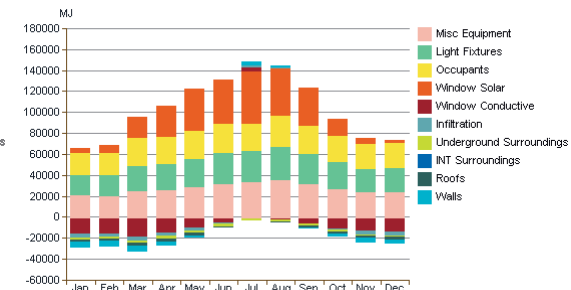
Annual Carbon Emissions



Monthly Heating Load



Monthly Cooling Load



ENERGISTUDIER

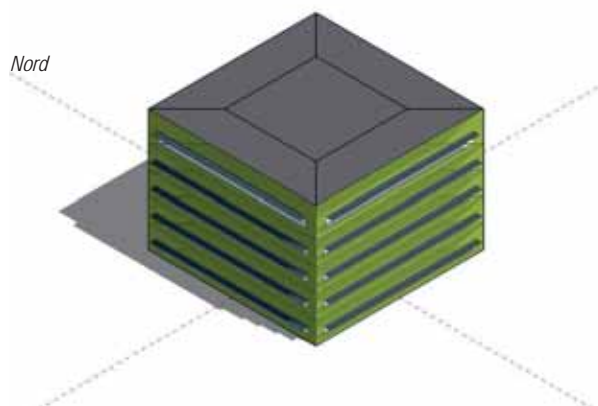
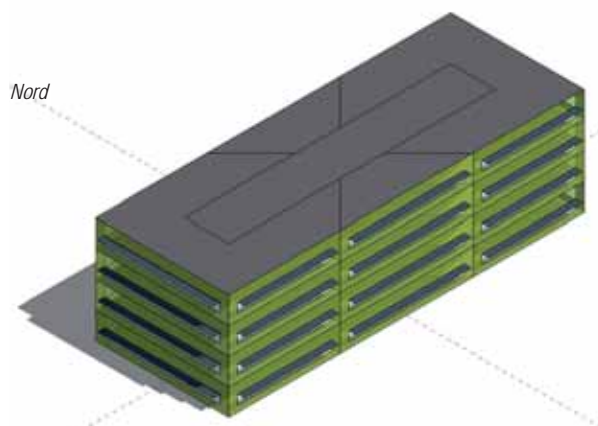
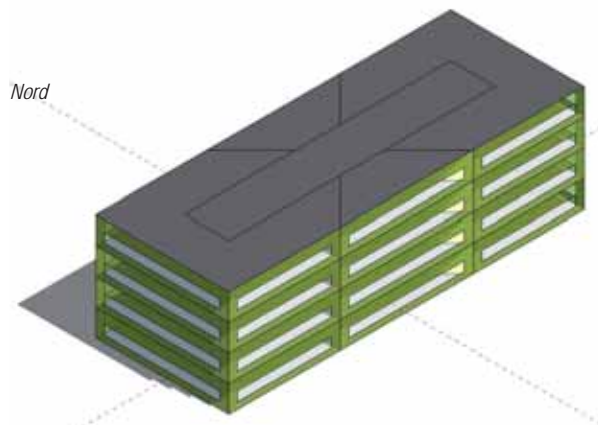
3.1.2

Project Vasari, som tillader direkte konceptuelle energianalyser i et skitserende BIM-miljø og er baseret på samme beregningskerne som Autodesk Green Building Studio. De predefinerede valgmuligheder for bygningstype, klimaskærm mm., er baseret på ASHRAE standarder og gør det hurtigt at foretage forskellige konceptuelle beregninger, men stiller samtidig visse begrænsninger til nøjagtigheden i forhold til det konkrete projekt, da det for eksempel ikke er muligt at styre det nøjagtige antal personer i bygningen. Disse konceptuelle energiberegninger vil dog være med til at give en indikation af energiforbruget og mulighed for what-if analyser ved forskellige designscenarier. Dermed er Project Vasari med til at give en forståelse af de forskellige laster til køling og varme, energifordeling samt CO² udledning - dog med forbehold, eftersom Project Vasari er et technology preview fra Autodesk labs, og dermed endnu ikke færdigudviklet og med 100% verificerede resultater. Dog er denne mulighed for at foretage disse konceptuelle energianalyser blevet integreret i Revit Architecture 2011 og 2012, og noget der arbejdes meget på at få direkte integreret i det samme program som anvendes til skitsering.

I projektet er der ligeledes foretaget studier af de forskellige bygningstypers energiforbrug ved forskellige orientering, kompakthed, klimaskærm, glasandel og med solafskærmning, hvor et udvalg af disse kan ses på dette opslag. Dette med henblik på at få en forståelse for disse parametre, og udforske mulighederne i Project Vasari for efterfølgende at lade det blive mere integreret og detaljeret i udviklingen af bygningsdesignet.

Energistudierne på dette opslag er baseret på samme Basis bygning som på foregående side med typen *Skole/Universitet*. Dog vil U-værdierne være tilpasset danske standarder ifølge *Kap. 7.6 Mindste Varmeisolering* i BR10, som det kan ses i det første eksempel med *Klimaskærm*, dog stadig ud fra de mulige prædefinerede *Conceptual Constructions*. Disse værdier vil blive benyttet i alle beregningerne på dette opslag og de efterfølgende sider.

Det næste vil være at foretage kombinerede volumen- og energistudier på grunden i forhold til det totale areal af skolen og ud fra viden opnået igennem disse indledende energistudier. Her er det parametre som kompakthed, orientering, zoning og solafskærmning der er de vigtigste parametre at få integreret i bygningsdesignet.



KLIMASKÆRM

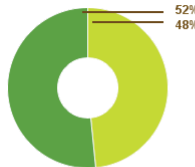
U-værdier: Væg:0,33// Terrændæk:0,38// Tag:0,18// Vinduer:0,3

Energiforbrug El: 100 kWh/m²/år

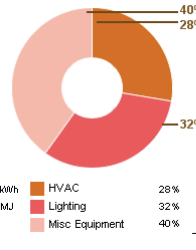
Energiforbrug Brændstof: 382 MJ/m²/år // 106 kWh/m²/år

Energiforbrug TOTAL: 740 MJ/m²/år // 206 kWh/m²/år

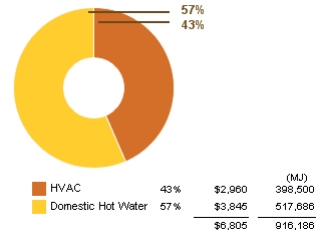
Annual Energy Use/Cost



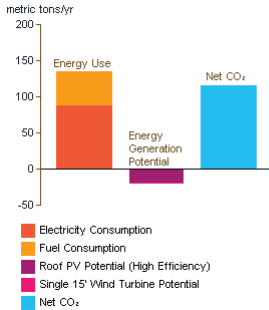
Energy Use: Electricity



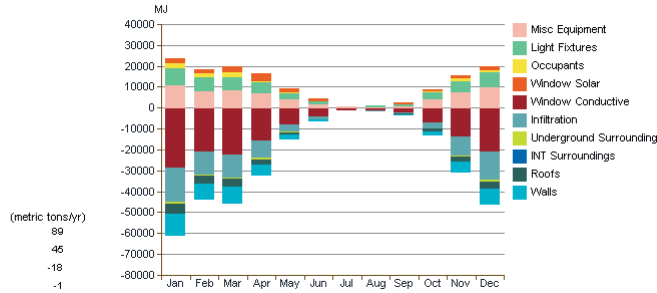
Energy Use: Fuel



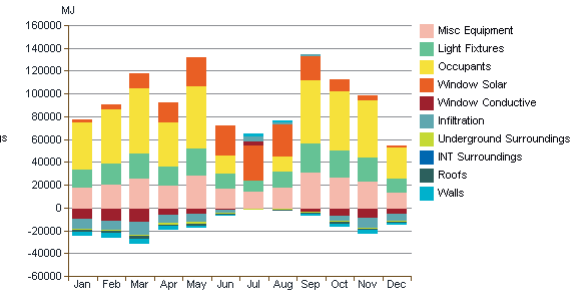
Annual Carbon Emissions



Monthly Heating Load



Monthly Cooling Load



KLIMASKÆRM+SOLAFSKÆRMNING

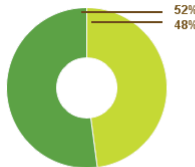
Solafskærmning: 800mm på alle facader

Energiforbrug El: 89 kWh/m²/år

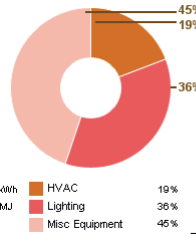
Energiforbrug Brændstof: 350 MJ/m²/år // 97 kWh/m²/år

Energiforbrug TOTAL: 671 MJ/m²/år // 186 kWh/m²/år

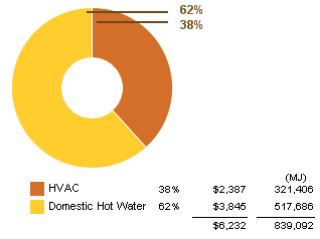
Annual Energy Use/Cost



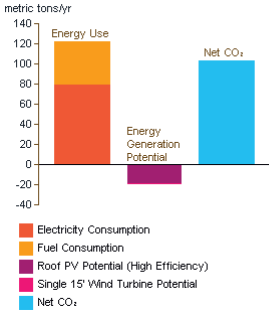
Energy Use: Electricity



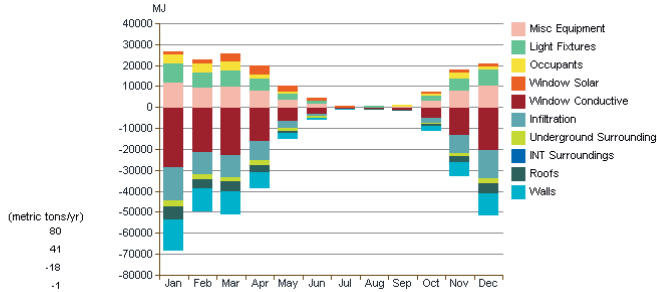
Energy Use: Fuel



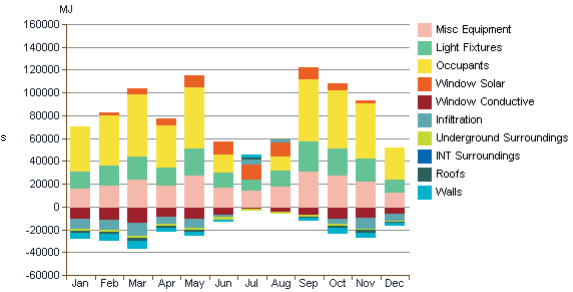
Annual Carbon Emissions



Monthly Heating Load



Monthly Cooling Load



KLIMASKÆRM+SOLAFSKÆRMNING+KOMPAKTHED

Solafskærmning: 800mm på alle facader

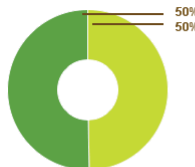
Længde: 22m // Bredde: 22m

Energiforbrug El: 96 kWh/m²/år

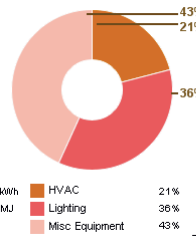
Energiforbrug Brændstof: 339 MJ/m²/år // 94 kWh/m²/år

Energiforbrug TOTAL: 683 MJ/m²/år // 190 kWh/m²/år

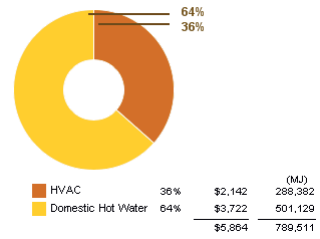
Annual Energy Use/Cost



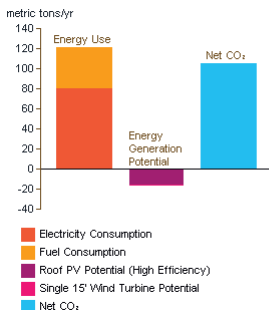
Energy Use: Electricity



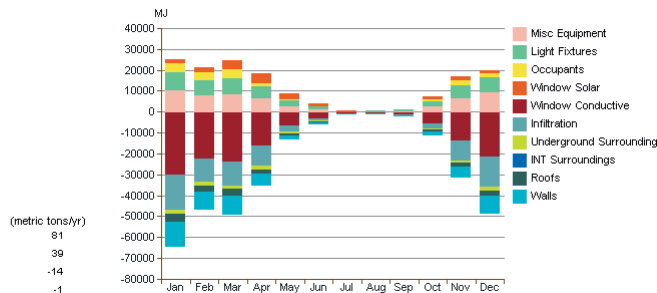
Energy Use: Fuel



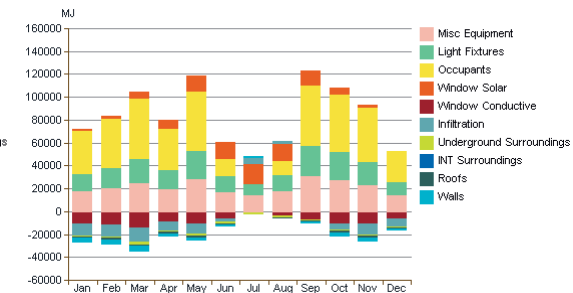
Annual Carbon Emissions



Monthly Heating Load



Monthly Cooling Load



ENERGISTUDIER

3.1.2

På dette opslag ses energiberegninger for tre overordnede typologier, med forskellige procentvise vinduesandele og en supplerende Be10 beregning, for at sammenligne resultaterne fra Project Vasari med danske forhold. De tilhørende grafer, kurver og resultater kan findes på den vedlagte cd.

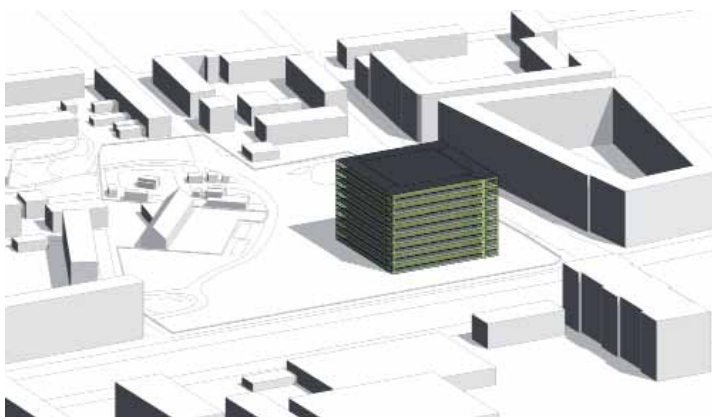
Som det ses er der ikke den store forskel på de forskellige typologier og deres energiforbrug. Dette skyldes især at der beregnes på den prædefinerede bygningstype Skole, som har store interne laster i form af elever og udstyr. Ligeledes kan beregningerne som tidligere nævnt ikke sammenlignes med danske standarder og kravet for energirammen, og den relative forskel på forskellige designløsninger er derfor den vigtigste - ikke selve resultatet. Men eftersom de konceptuelle energiberegninger foretaget i Project Vasari, vurderes at være for usikre i forhold til det endelige energiforbrug, vil en beregning i Be10 være nødvendigt for at give en indikation af det reelle energiforbrug, som er nødvendigt for at opretholde et tilfredsstillende indeklima på den nye skole i forhold til danske standarder.

BE10 BEREGNING

Traditionelt foretages Be10-beregninger ved at indtaste data i forhold til skyggeforhold, overfladearealer og vinduesstørrelse mm. Men eftersom Vasari er baseret på energiberegninger på gbXML-filer, kan geometrien let exporteres til dette format som ved hjælp af en ekstra konvertering kan laves om til en XML-fil, og dermed importeres til Be10. Dermed sikres korrekte værdier for skyggeforhold samt forskellige længder og arealer, der således ikke skal måles manuelt.

Trods import/eksport fra Project Vasari til gbXML og igen til Be10 formattet XML, skal der foretages visse grundlæggende udregninger og vurderinger af data til input i Be10. Herudover skal de registrerede vinduesarealer og skygger tjekkes igennem, samt U-værdier ændres for konstruktioner og vinduer.

Her vurderes det at der ikke er behov for køling i klasselokalerne selvom de er orienteret mod henholdsvis syd og nord, som de to eksempler viser. Dog vil der på den sydlige facade skulle etableres solafskærmning for at undgå for høje temperaturer.

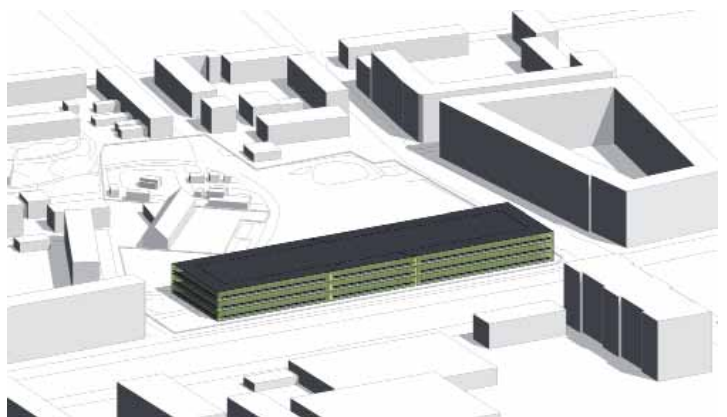


20% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 173 kWh/m²/år

40% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 180 kWh/m²/år

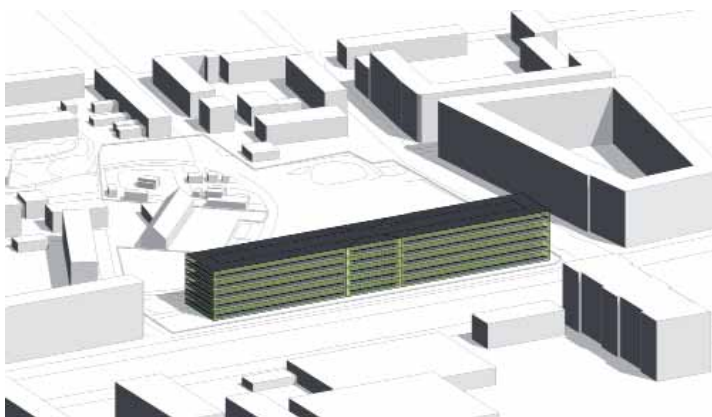


20% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 179 kWh/m²/år

40% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 188 kWh/m²/år

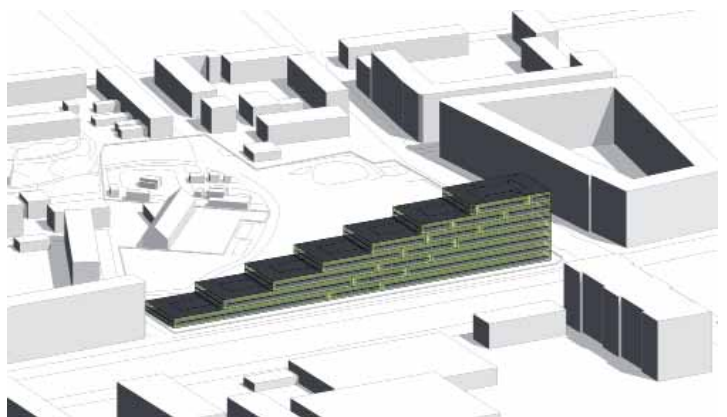


20% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 173 kWh/m²/år

40% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 181 kWh/m²/år



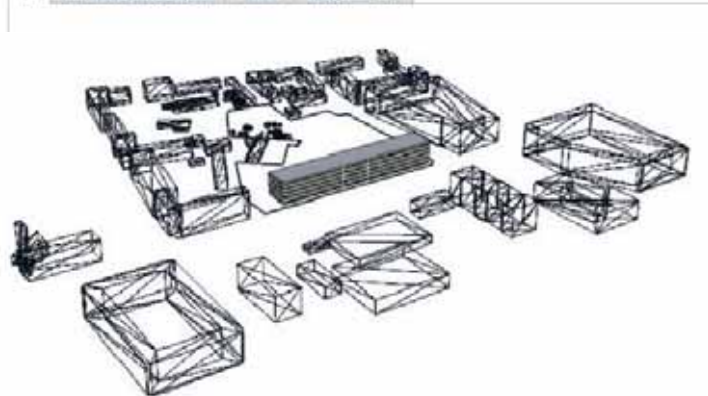
20% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 175 kWh/m²/år

40% VINDUESAREAL

Energiforbrug TOTAL: 185 kWh/m²/år

1. **Indlæs geometri** (Bemærk f.eks. Revit MEP og vælg "Gem som gbim", prøv evt. først med disse eksempelfiler)
opfl_30p.xml
2. **Indlæs byggeri** Denne fil kan hentes ind i BE06 eller importeres til BuildDesk/Revitool energy



DATA OG VURDERINGER

Illustrationen til højre viser den importerede geometri via Dalux webapplication. Som det fremgår har bygningen en langstrakt, sydvendt orientering. Den har målene 127,5m x 20m x 17,5m (LxBxH) med en samlet vinduesandel på 30% på alle bygningens facader. Nedenfor listes nogle af de væsentligste data op og nærmere information kan findes på den vedlagte cd.

Opvarmet etageareal: 12.750m²
 Varmekapacitet: 100 Wh/k
 Normal brugstid på 45 timer/uge, fra 8-17.

Fjernvarme er den primære opvarmingskilde og transmissions-tab for klimaskærm ekskl. vinduer og døre er på 5,5 W/m², som dermed overholder bygningsreglementets krav på 6 W/m² for lavenergirammen af bygninger over 3 etager.

U-værdier for samtlige konstruktioner mod det fri er sat til 0,15 W/m²k mens det for vinduer er sat til 1,5 W/m²k med en g-værdi på 0,63. I princippet burde disse beregnes for hvert individuelle vindue, da den afhænger af det enkelte vindues glasandel, rudens U-værdi målt på midten, ramme-, karm- og sprosseandel samt deres U-værdi, glasandelens omkreds samt linietabet. Til denne indledende beregning anvendes dog en vurderet middelværdi for alle vinduerne som hvis nødvendigt vil blive optimeret senere i projektet.

Ventilation

For ventilationen gælder der et krav om at opretholde et indeklima med en luftkvalitet der svarer til kategori B. Hertil opdeles det samlede opvarmede etageareal i 3 overordnede zoner, svarende til de nødvendige arealer jf. arealskemaet. For at opretholde et niveau svarende til kategori B, foretages beregningen af det nødvendige luftskifte. Her gælder:

Zone 1 - Klasselokaler og kontor/møderum:

850 personer fordelt på 7.500m², hvoraf det vurderes at 70% af personerne vil opholde sig i disse zoner, hvilket svarer til 600 personer hele tiden. Ud fra kravene til kategori B gælder der følgende:

$$q = 600 \text{ pers.} \times 6 \text{ l/s pr. pers.} + 7.000\text{m}^2 \times 1,4 \text{ l/s} \times \text{m}^2$$

$$q = 13.400 \text{ l/s} / 7.000\text{m}^2 = 1,91 \text{ l/s pr. m}^2$$

Zone 2 - Fællesarealer mm.

850 personer fordelt på 3.500m², hvoraf det vurderes at 30% af personerne vil opholde sig i disse zoner, hvilket svarer til 255 personer hele tiden. Ud fra kravene til kategori B gælder der følgende:

$$q = 255 \text{ pers.} \times 6 \text{ l/s pr. pers.} + 3.500\text{m}^2 \times 4,2 \text{ l/s} \times \text{m}^2$$

$$q = 16.230 \text{ l/s} / 3.500\text{m}^2 = 4,64 \text{ l/s pr. m}^2$$

Zone 3 - Andet

Ventilationsbehovet for denne zone, som omfatter trappeskakker, teknik, toiletter osv. på de resterende 2250m² og sættes til 0,3 l/s pr. m² jf. bygningsreglement.

Tillæg til energirammen.

I andre bygninger end boliger, med en samlet ventilation i dele af bygningen på over 1,2 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal i brugstiden i opvarmnings-sæsonen af hensyn til indeluftens kvalitet, foretages der en beregning af det ekstra energibehov til ventilation. Dette tillæg beregnes og kan ses på den vedlagte cd.

Belysning

Vælges en kontinuert automatisk regulering af dagslyset ud fra forudsætningen af at en middel daglysfaktor på 5% opnås i zonen. Dermed kan energiforbruget til belysning sænkes, som ligeledes var et af målene med skolen. Noget som selvfølgelig skal dokumenteres og sikres ved hjælp af bearbejdning af facade og dagslysstrategi for klasselokaler og fællesarealer.

Etableres der samtidig et solcelleanlæg på tagfladen på 250m² Overholdes lavenergirammen og følgende nøgletal opnås.

NØGLETAL 1

Nøgletal, kWh/m ² år			
Energiramme BR 2010			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
71,4	17,0	88,4	
Samlet energibehov		63,0	
Energiramme lavenergibyggeri 2015			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
41,1	17,0	58,1	
Samlet energibehov		57,7	
Bidrag til energibehovet		Netto behov	
Varme	26,6	Rumopvarmning	21,3
El til bygningsdrift	16,7 *2,5	Varmt brugsvand	5,3
Overtemp. i rum	0,0	Køling	0,0
Udvalgte elbehov		Varmetab fra installationer	
Belysning	6,7	Rumopvarmning	0,0
Opvarmning af rum	0,0	Varmt brugsvand	0,1
Opvarmning af vbv	0,0		
Varmepumpe	0,0	Ydelse fra særlige kilder	
Ventilatorer	10,0	Solvarme	0,0
Pumper	0,0	Varmepumpe	0,0
Køling	0,0	Solceller	2,2
Totalt elforbrug	27,8	Vindmøller	0,0

DAGSLYSSTUDIER

3.1.3

Som beskrevet nærmere i afsnittet LYS i analysen, er gode dagslysforhold vigtige for elevers indlæringssevne og trivsel. For at få en forståelse af dagslysforholdene i klasselokalerne, foretages derfor forskellige indledende dagslysstudier. Disse foretages ved at udnytte BIM-miljøet og linke Revit Architecture filen til 3ds Max Design, hvor godkendte dagslyssimuleringer kan foretages.

Workflowet mellem 3ds Max Design og Revit Architecture bærer tydeligt præg af at det begge er to Autodesk programmer, så ændringer af geometrien kan opdateres ved få click, når det rigtige daylighting system og materialer er sat op. Dermed kan flere dagslyssimuleringer foretages, frem for at bruge tiden på at modellere og importere/exportere mellem programmer.

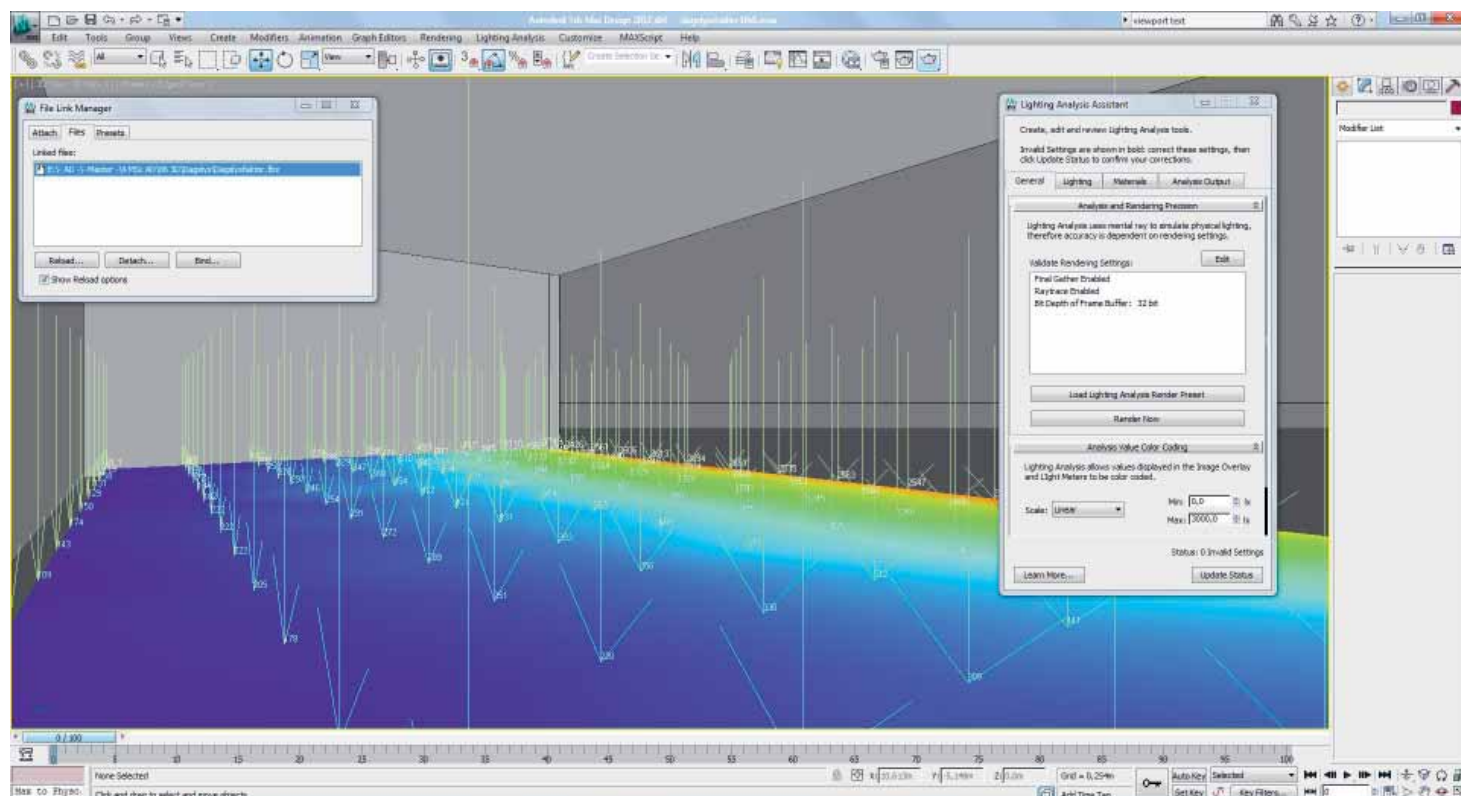
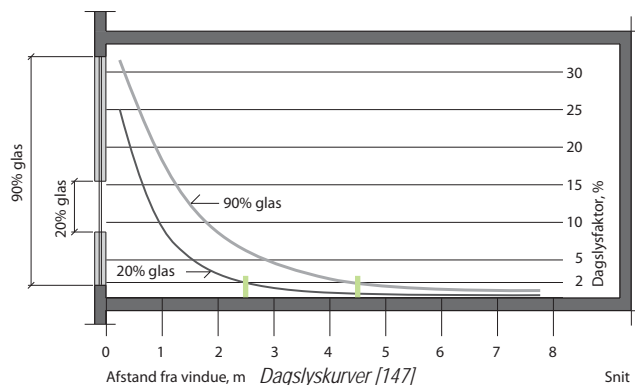
Beregninger er foretaget på en CIE Overcast day, med 10.000lux udendørs og med Standard værdier for materialernes refleksion på henholdsvis groundplane: 0,2, væg: 0,5, gulv: 0,2, loft: 0,8 og en lystransmitans for vinduet på 0,75.

Indledningsvis laves studier for at se rumhøjdens indflydelse på dagslysforholdene i rummet, og da målet med disse indledende beregninger hovedsageligt er at se hvor langt lyset kommer ind, foretages de 10cm over gulvet. Udvalgte eksempler af disse simuleringer kan ses på modsatte side, med rumhøjde på 2,6m og 3m, samt lokaler på 8x8m, 9x7m og 10x6m. Beregningerne er foretaget med 100% glasandel på en enkelt side, udlukkende lavet for at vurdere på rumhøjdens betydning. En så stor glasandel vil dog hverken være fordelagtigt i forhold til energiforbrug eller indeklimaet, mht. blænding på grund af stor kontrast, træk fra vinduet og aku-

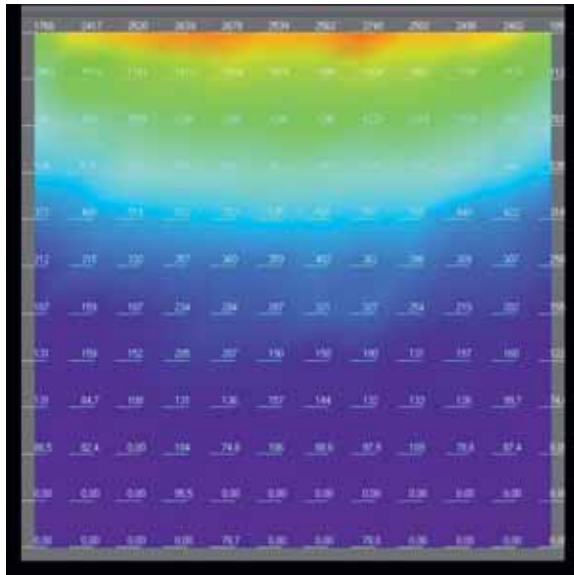
stik i rummet. Ligeledes har den store glasandel ikke nævneværdig betydning for dagslysfaktoren bagerst i rummet, da dagslyset aftager hurtigt ind efter i rummet og at forskellen er mest markant nær vinduet. Dette ses både illustreret i diagrammet forneden, samt på de indledende dagslysstudier på dette opslag.

Klasselokaler og andre funktioner som ligeledes kræver gode dagslysforhold uden behov for ekstra varmetilskud fra solen, kan med fordel placeres ind mod legepladsen og det grønne område mod nord. Herved forbedres dagslysforholdene i klasselokalerne alene af den grund, at solafskærmning kan undgås og det inddirekte lys fra himlen, dermed kan trænge længere ind i rummet.

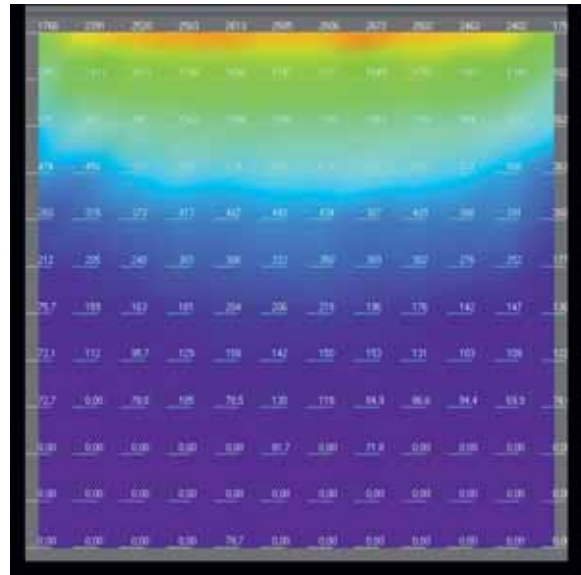
Ud fra disse betragtninger, organiseres klasselokalerne med den længste side langs facaden og skal suppleres med inddirekte lys fra ekstra vinduer på de vægge der vender ud mod det åbne lyse fælles atrium med masser af dagslys.



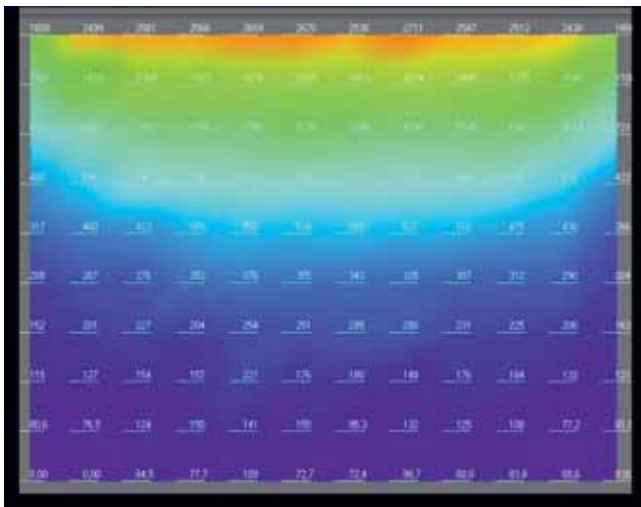
Skala i lux; 200lux = 2% DF



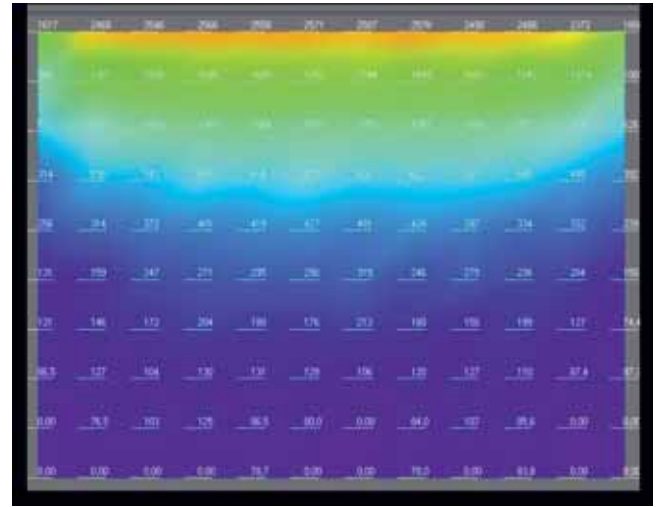
8x8m, Rumhøjde på 3m



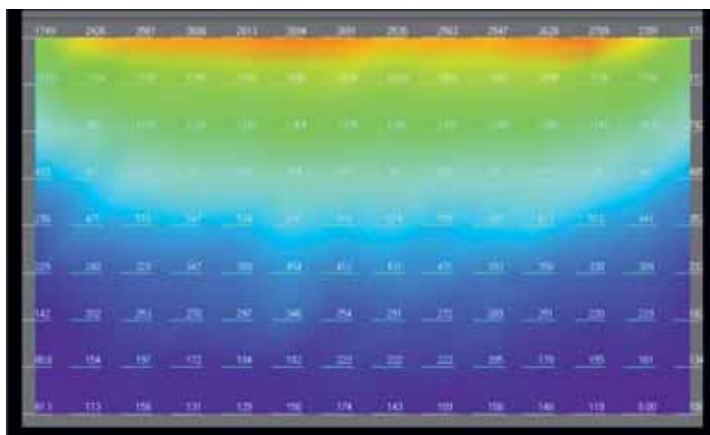
8x8m, Rumhøjde på 2,6m



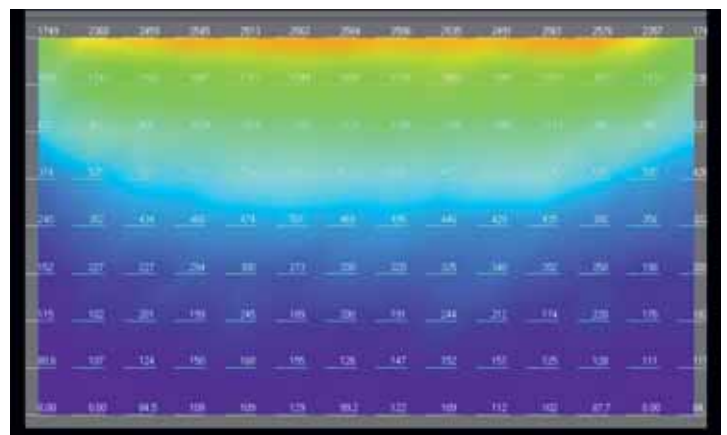
9x7m, Rumhøjde på 3m



9x7m, Rumhøjde på 2,6m



10x6m, Rumhøjde på 3m



10x6m, Rumhøjde på 2,6m

WHO SAID PLAY-
GROUNDS HAD TO BE
AT GROUND LEVEL?
LOCATE **PLAY SPACE**
ANYWHERE AND EVE-
RYWHERE, FROM
ROOFTOP TERRACES
TO INDOOR **ATRIUMS**.

[148]

3.2

DESIGN

Dette andet afsnit af SKITSERINGEN har til formål at give et indblik i processen frem mod et design, der integrerer de udvalgte parametre fra analysen og ligeledes dokumentere brugen af BIM.

3.2.1 KONCEPTER

3.2.2 PROGRAM OG FUNKTIONER

3.2.3 ENERGIFORBRUG

3.2.4 SOL- OG SKYGGEFORHOLD

3.2.4 RUMMLIG DISPONERING

3.2.5 TEKNISKE FORHOLD

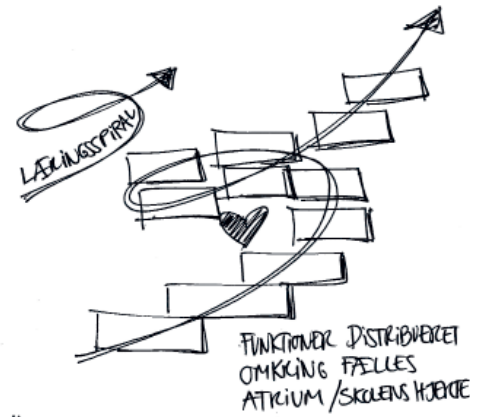
3.2.6 FACADE

KONCEPTER

3.2.1

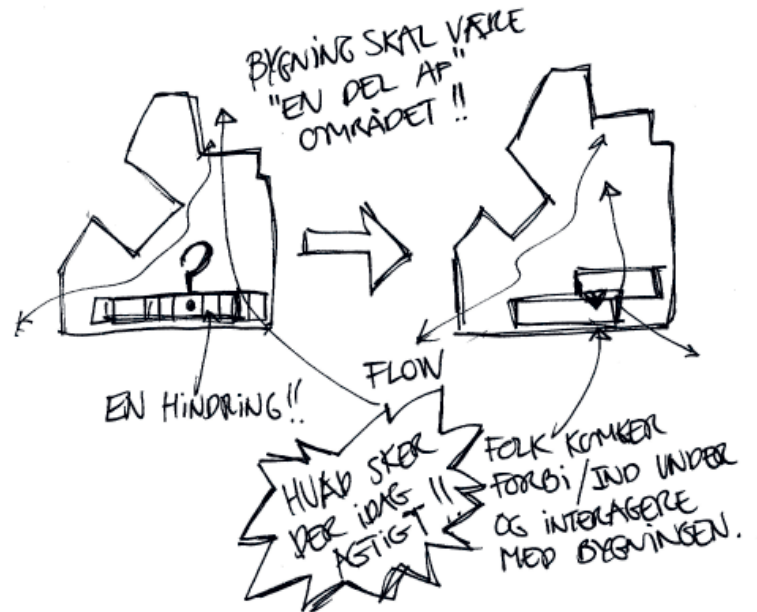
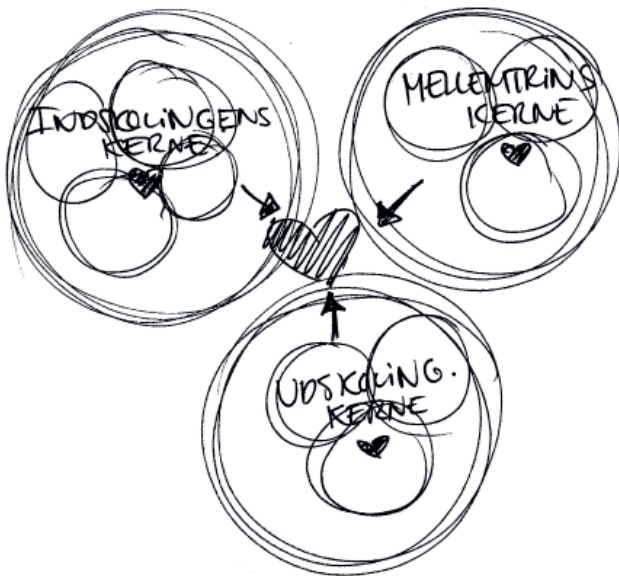
Under analysefasen og på baggrund af de indledende studier, er der sideløbende blevet skitseret på forskellige ideer og koncepter efterhånden som ny viden har været tilegnet sig. For at give et indblik i disse ideer og tanker, præsenteres her et udvalg af de skitser, som sammen med de strategiske koncepter fra analysen har været med til at danne grundlag for konceptet til den nye skole.

VERTIKALT FØRLØB I SKOLEN!



AFGANG TIL DET FR! !!

1. PRIORITET = INDSKOLING !!
2. PRIORITET = MELLEMTRIN
3. PRIORITET = UDSKOLING.



FACADE DER SKÆMMER SIG SELV

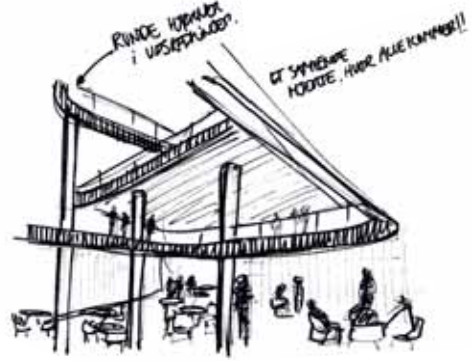
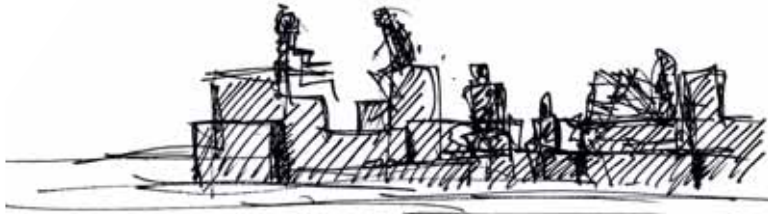
LÆRINGSPIRALE

PILING AF FACADE!

OVERMÆTTER PÅ TAGFLADER

OFFENTLIGHED

FORPLADS TIL UDSKOLING/ RESTEN AF BYEN.



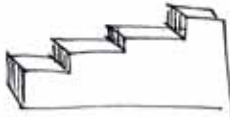
SKULPTURER / TIL OPHOLD, LEG OG LÆRING.



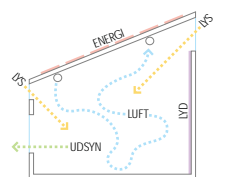
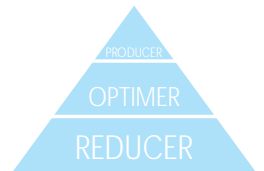
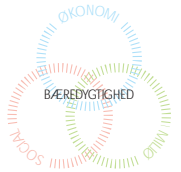
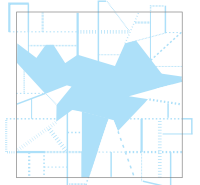
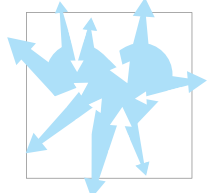
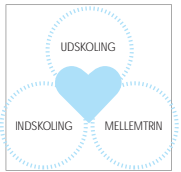
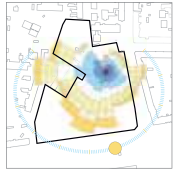
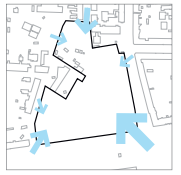
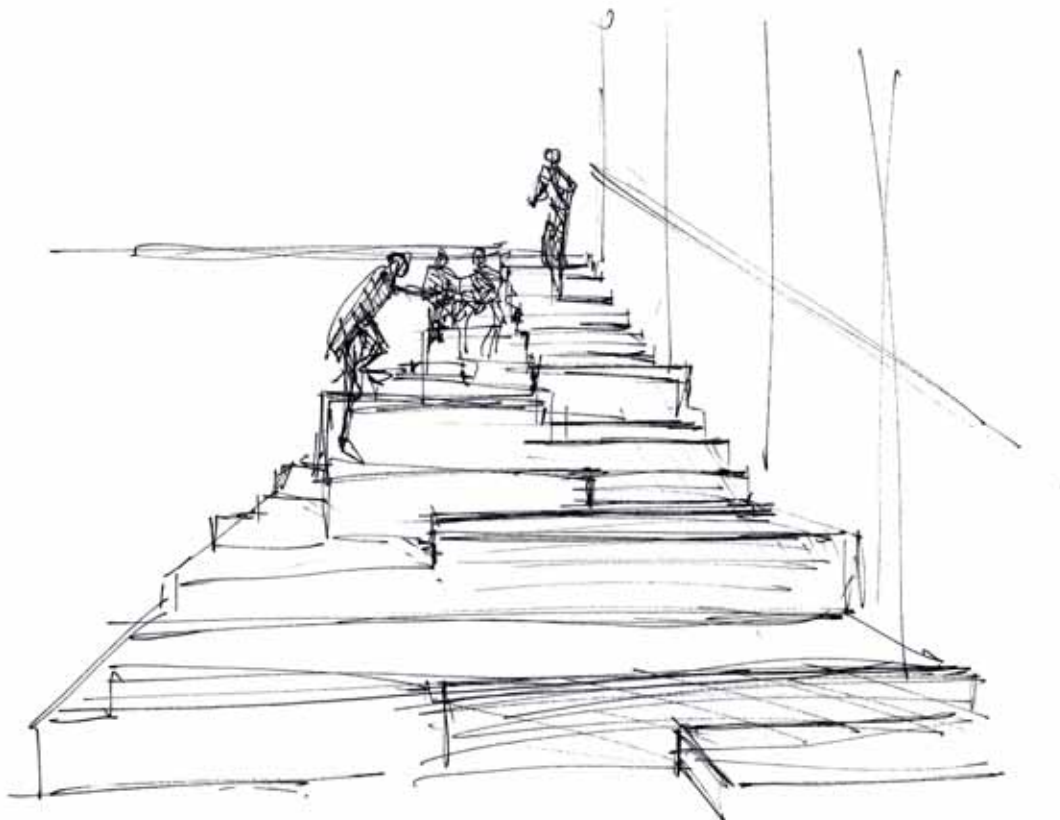
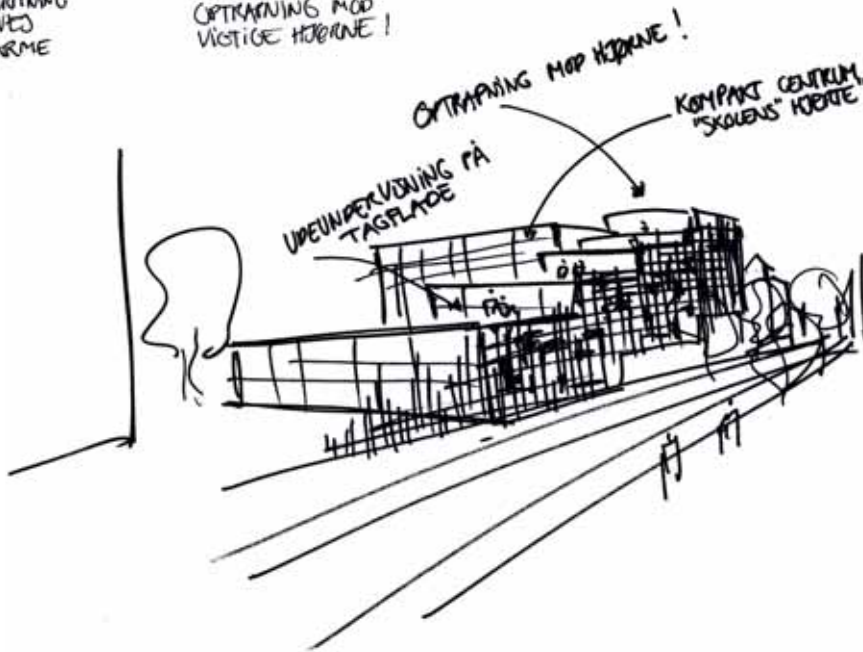
KOMPAKT
CENTRUM.



SYDVENDT/
AFSKÆRMNING
MOD VED
+ SOLVARME



EKSTRA UDENTRELEK +
OPTRAPNING MOD
VIGTIGE HØRNERE!



FÆLLESSKAB
ÅBENHED
MANGFOLDIGHED
TRIVSEL
BÆREDYGTIGHED

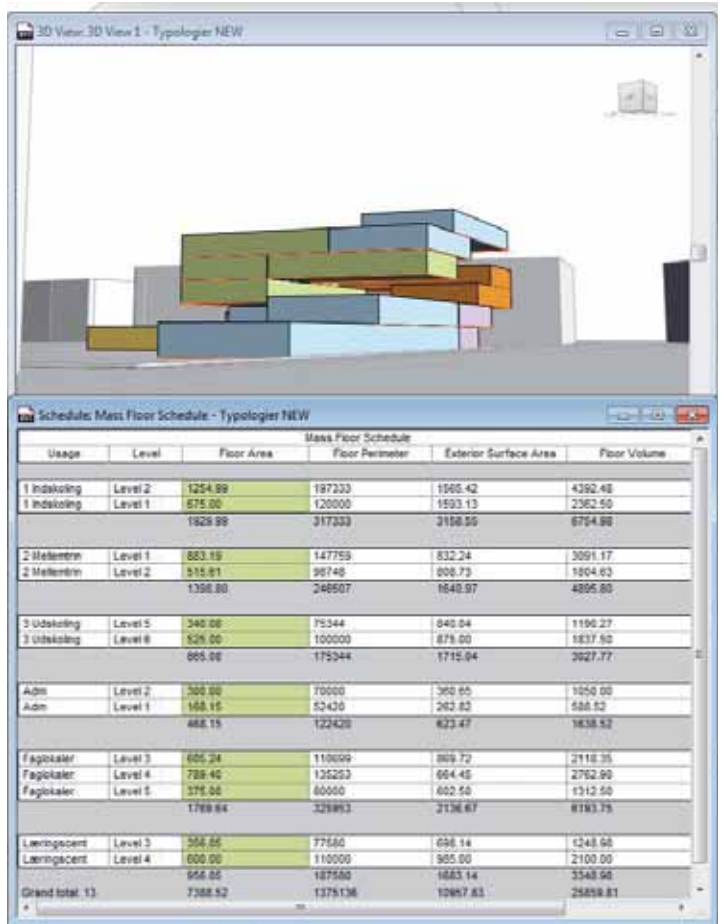
PROGRAM OG FUNKTIONER

3.2.2

Som det var tilfældet med de overordnede volumenstudier, udnyttes de automatiske genererede arealskemaer i Revit Architecture igen til at holde styr på det samlede areal af bygningen og til at vurdere om der samtidig overholdes en fornuftig brutto/nettofaktor i forhold til gang- og fællesarealer. Indledningsvis deles det samlede areal op i tilsvarende volumener, som det ses illustreret nederst på siden, hvor det tydeligt fremgår at størstedelen af det samlede areal udgøres af kerner med klasserum og tilhørende fællesarealer.

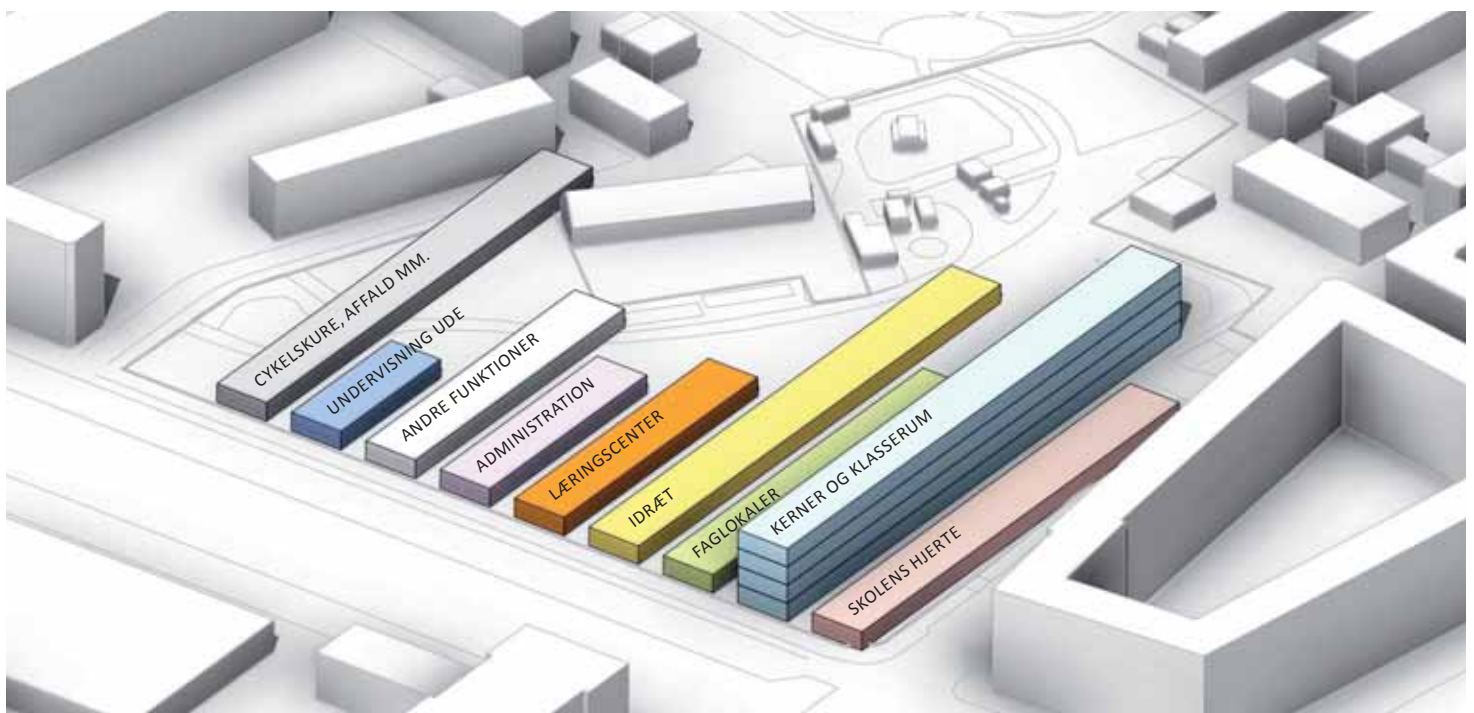
Ud fra de indledende studier og skitser, sammensættes funktionerne herefter i forskellige konstellationer, hvor stort set alle modellerne har en øst-vest gående orientering langs Ingerslevs Boulevard som den primære orientering. Derudover fokuseres på en markering af det sydøstlige hjørne af grunden og ikke være til hindring for det eksisterende flow igennem området og ind til Skolemærken. Dermed kobler den nye skole sig på konteksten og nærområdets nuværende kvaliteter. På den måde bliver projektet mere end blot en skole og et område og en bygning der er værd at besøge udenfor den sædvanlige åbningstid. Skolens opbygning skal derfor tillade et dagligt flow for elever og lærere samt gøre det muligt for offentligheden af benytte læringscenteret, idrætsfaciliteter samt undervisnings- og faglokaler til aftenundervisning foredrag mm.

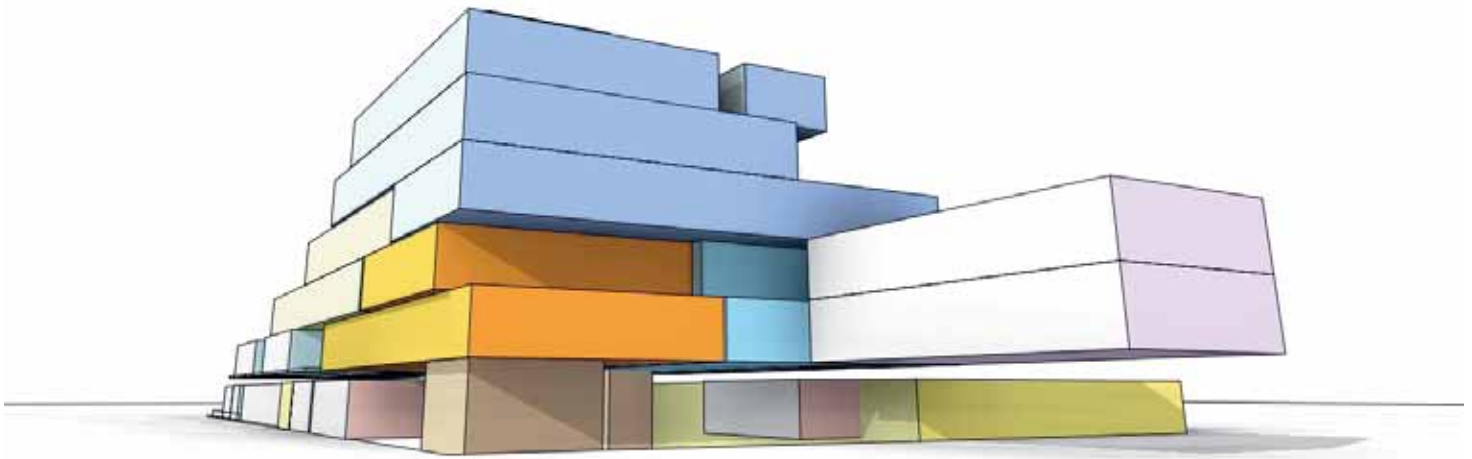
På dette opslag vises et udvalg af relevante skitser fra den tidlige skitseringsfase, for at illustrere hvorledes Mass'erne har været benyttet til at afprøve forskellige sammenhænge mellem funktionerne.



The screenshot shows a 3D model of a building with various colored volumes. Below it is a 'Schedule: Mass Floor Schedule - Typologier NEW' window with the following data:

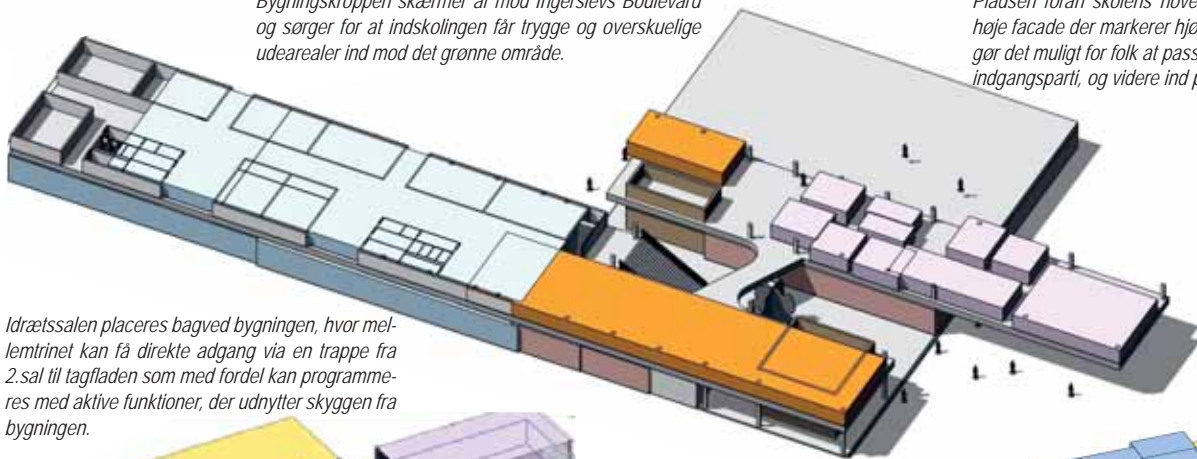
Usage	Level	Floor Area	Floor Perimeter	Exterior Surface Area	Floor Volume
1 Indskoling	Level 2	1254.89	197333	1595.42	4392.48
1 Indskoling	Level 1	875.00	120000	1593.13	2362.50
		1929.89	317333	3188.55	6754.98
2 Mellemtrn	Level 1	883.19	147759	832.24	3091.17
2 Mellemtrn	Level 2	515.81	98748	808.73	1904.63
		1399.00	246507	1640.97	4995.80
3 Udskoling	Level 5	348.08	75344	940.04	1190.27
3 Udskoling	Level 6	526.00	100000	879.00	1837.50
		874.08	175344	1719.04	3027.77
Adm	Level 2	300.00	70000	360.85	1050.00
Adm	Level 1	168.15	52430	242.82	588.52
		468.15	122430	603.67	1638.52
Faglokaler	Level 3	605.24	110009	869.72	2118.35
Faglokaler	Level 4	728.40	125223	964.45	2762.90
Faglokaler	Level 5	376.00	60000	602.50	1312.50
		1709.64	329832	2136.67	6193.75
Læringscent	Level 3	358.55	77580	658.14	1248.98
Læringscent	Level 4	600.00	110000	905.00	2100.00
		958.55	187580	1563.14	3348.98
Grand total	13	7388.52	1375136	10987.83	26858.81





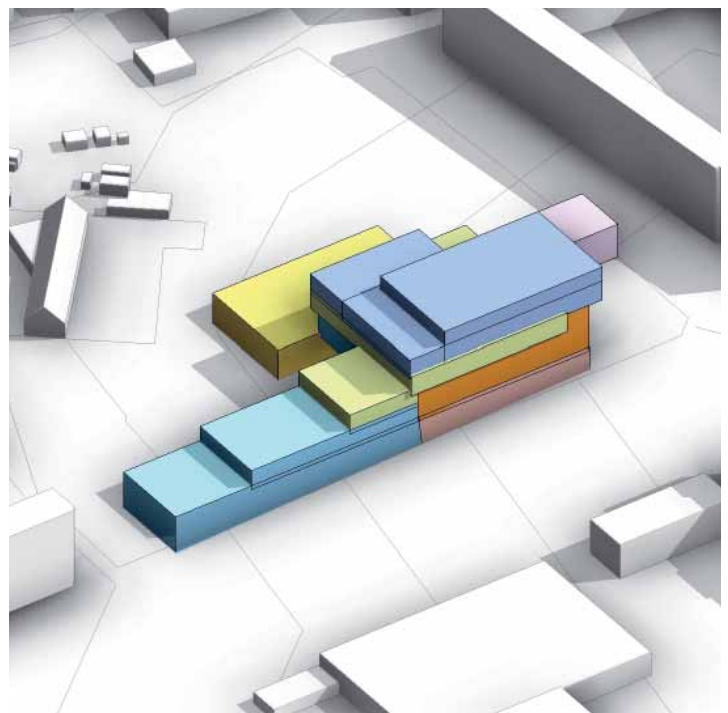
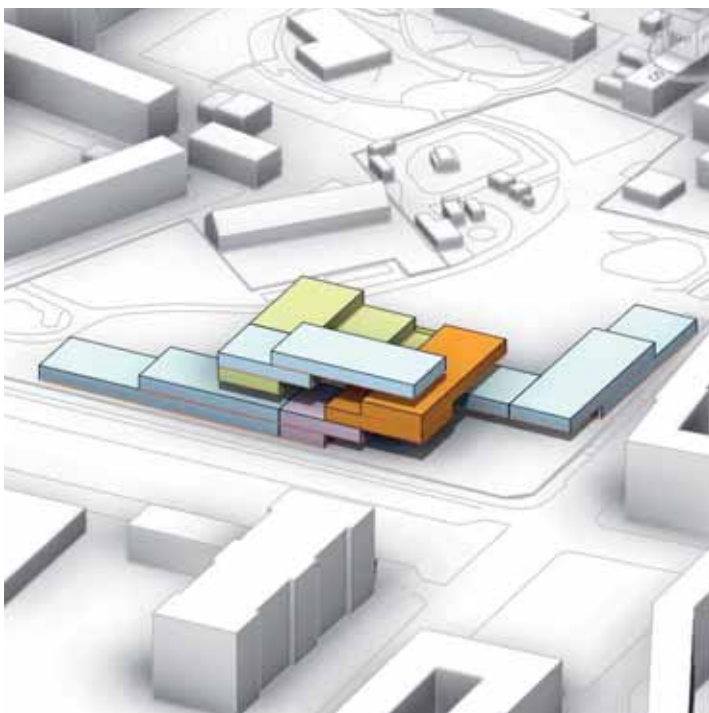
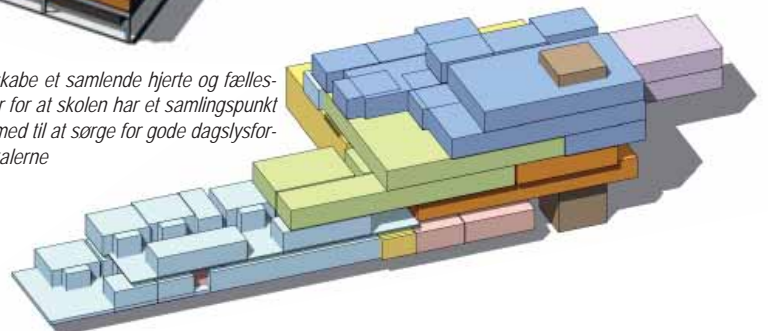
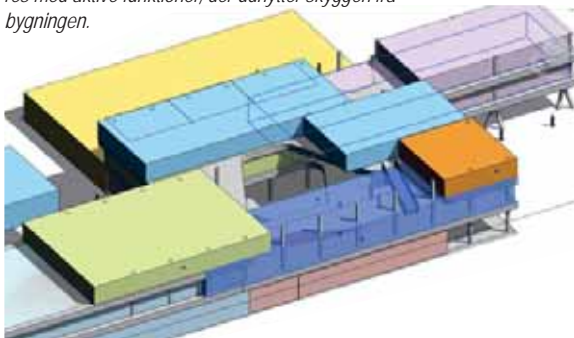
Bygningskroppen skærmer af mod Ingerslevs Boulevard og sørger for at indskolingen får trygge og overskuelige udearealer ind mod det grønne område.

Pladsen foran skolens hovedindgang er defineret ud fra den høje facade der markerer hjørnet og udkragningen der samtidig gør det muligt for folk at passere forbi det åbne og transparente indgangsparti, og videre ind på området.



Idrætssalen placeres bagved bygningen, hvor mellemtrinnet kan få direkte adgang via en trappe fra 2.sal til tagfladen som med fordel kan programmeres med aktive funktioner, der udnytter skyggen fra bygningen.

Der ønskes at skabe et samlende hjerte og fællesareal, der sørger for at skolen har et samlingspunkt og ligeledes er med til at sørge for gode dagslysforhold til klasselokalerne

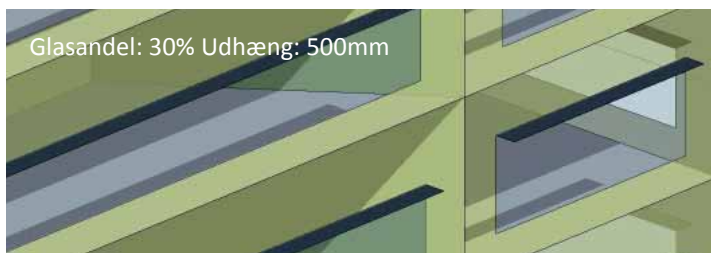


ENERGIFORBRUG

3.2.3

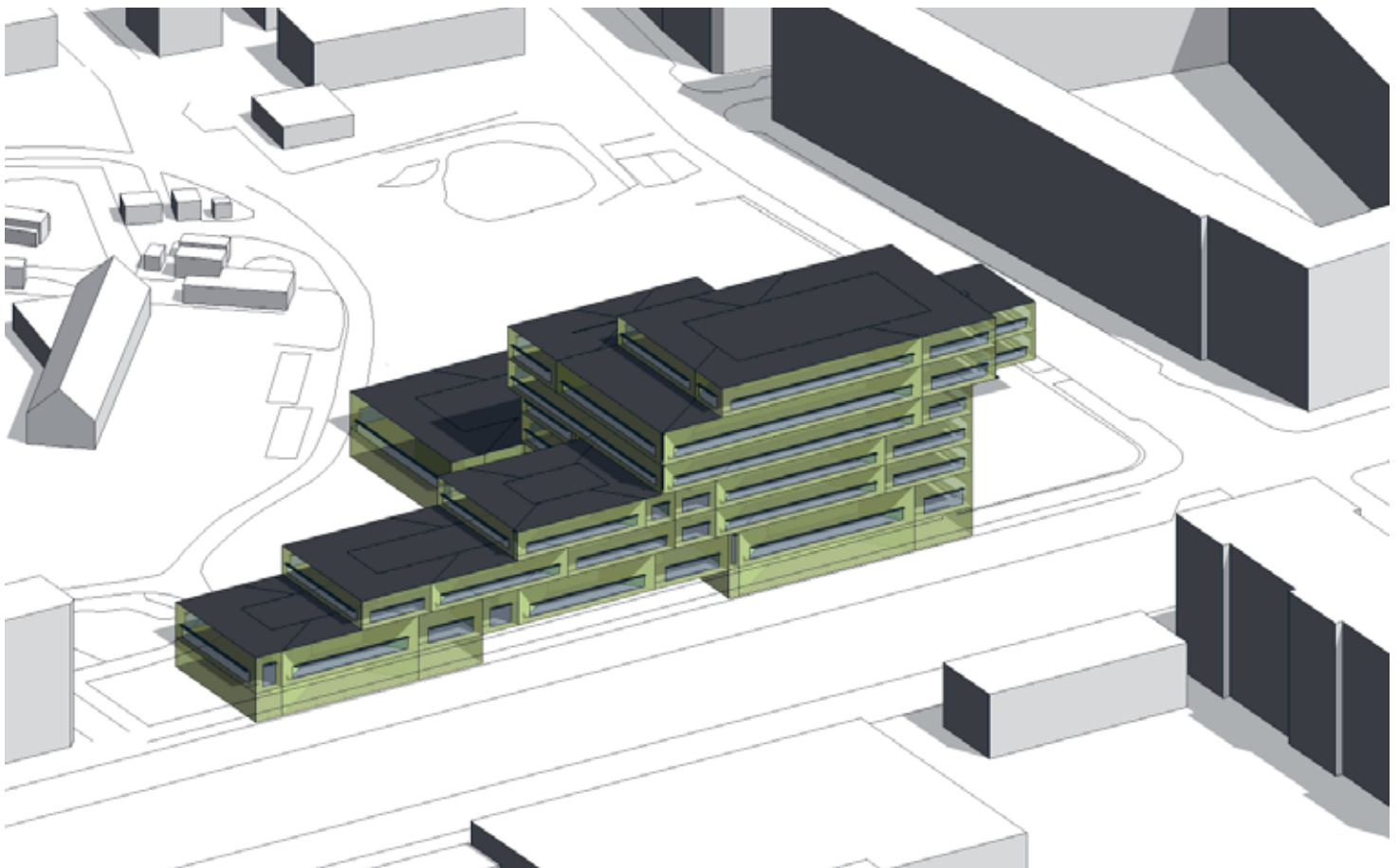
Da bygningskroppen har ændret sig markant siden den første energirammeberegning, foretages igen en beregning med Be10 for at sikre at projektet er på rette vej og at ændringer stadig kan foretages på det nuværende tidspunkt.

Hensigten med at anvende Project Vasari er at foretage disse beregninger direkte i programmet, og dermed undgå denne export/import. Men eftersom der, som tidligere nævnt vurderes at være for mange fejlkilder ved de konceptuelle energiberegninger, benyttes programmet i stedet til at genere geometrien som efter et par konverteringer igen kan importeres i Be10. Desværre fungerer dette ikke optimalt, da data tastet ind fra første beregning ikke kan genbruges til den næste beregning, og begrænser dermed mulighederne for iterationer. Det selvom geometrien kan ændres og forholdsvis nemt kan eksporteres/importeres. Men det er stadig et skridt i den rigtige retning med mulighed for at udnytte import af geometri til Be10.



NØGLETAL 2

Nøgletal, kWh/m ² år			
Energiramme BR 2010			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
71,4	17,0	88,4	
Samlet energibehov		77,1	
Energiramme lavenergibyggeri 2015			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
41,1	17,0	58,1	
Samlet energibehov		70,1	
Bidrag til energibehovet		Netto behov	
Varme	35,0	Rumopvarmning	29,7
El til bygningsdrift	16,8 *2,5	Varmt brugsvand	5,3
Overtemp. i rum	0,0	Køling	0,0
Udvalgte elbehov		Varmetab fra installationer	
Belysning	6,7	Rumopvarmning	0,0
Opvarmning af rum	0,0	Varmt brugsvand	0,1
Opvarmning af vbv	0,0	Ydelse fra særlige kilder	
Varmepumpe	0,0	Solvarme	0,0
Ventilatorer	10,0	Varmepumpe	0,0
Pumper	0,0	Solceller	0,0
Køling	0,0	Vindmøller	0,0
Totalt elforbrug	27,9		



NØGLETAL 3

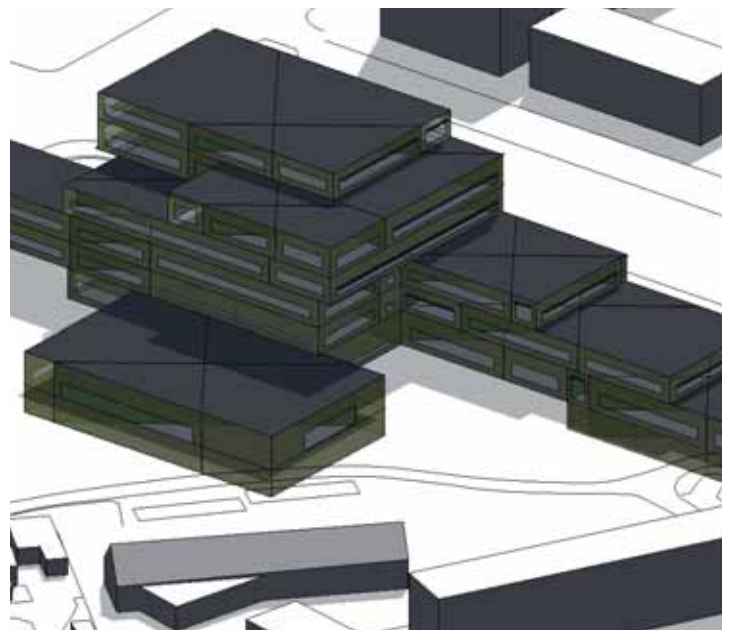
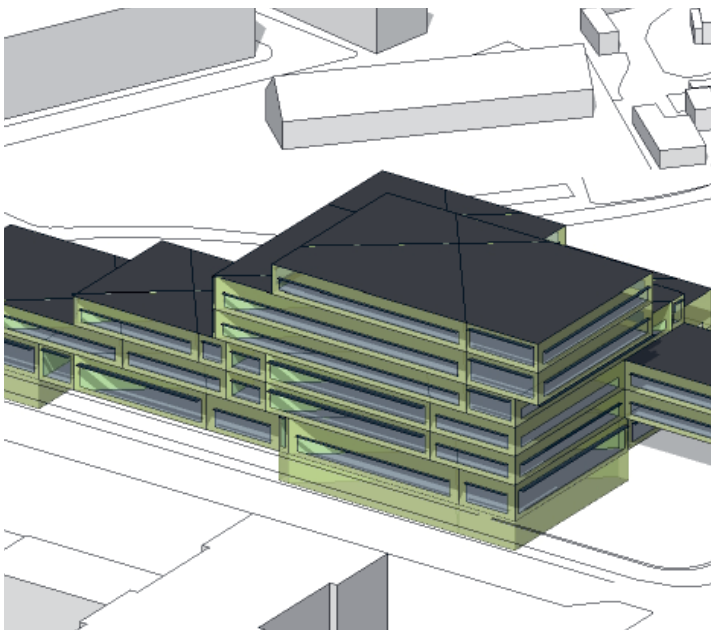
Nøgletal, kWh/m ² år			
Energiramme BR 2010			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
71,4	17,0	88,4	
Samlet energibehov		71,4	
Energiramme lavenergibyggeri 2015			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
41,1	17,0	58,1	
Samlet energibehov		65,6	
Bidrag til energibehovet		Netto behov	
Varme	29,1	Rumopvarmning	23,7
El til bygningsdrift	16,9 *2,5	Varmt brugsvand	5,3
Overtemp. i rum	0,0	Køling	0,0
Udvalgte elbehov		Varmetab fra installationer	
Belysning	6,7	Rumopvarmning	0,0
Opvarmning af rum	0,0	Varmt brugsvand	0,1
Opvarmning af vbv	0,0	Ydelse fra særlige kilder	
Varmepumpe	0,0	Solvarme	0,0
Ventilatorer	10,2	Varmepumpe	0,0
Pumper	0,0	Solceller	0,0
Køling	0,0	Vindmøller	0,0
Totalt elforbrug	28,0		

NØGLETAL 4

Nøgletal, kWh/m ² år			
Energiramme BR 2010			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
71,4	16,2	87,6	
Samlet energibehov		62,8	
Energiramme lavenergibyggeri 2015			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
41,1	16,2	57,3	
Samlet energibehov		57,1	
Bidrag til energibehovet		Netto behov	
Varme	28,5	Rumopvarmning	23,2
El til bygningsdrift	17,2 *2,5	Varmt brugsvand	5,3
Overtemp. i rum	0,0	Køling	0,0
Udvalgte elbehov		Varmetab fra installationer	
Belysning	6,7	Rumopvarmning	0,0
Opvarmning af rum	0,0	Varmt brugsvand	0,1
Opvarmning af vbv	0,0	Ydelse fra særlige kilder	
Varmepumpe	0,0	Solvarme	0,0
Ventilatorer	10,4	Varmepumpe	0,0
Pumper	0,0	Solceller	3,5
Køling	0,0	Vindmøller	0,0
Totalt elforbrug	28,2		

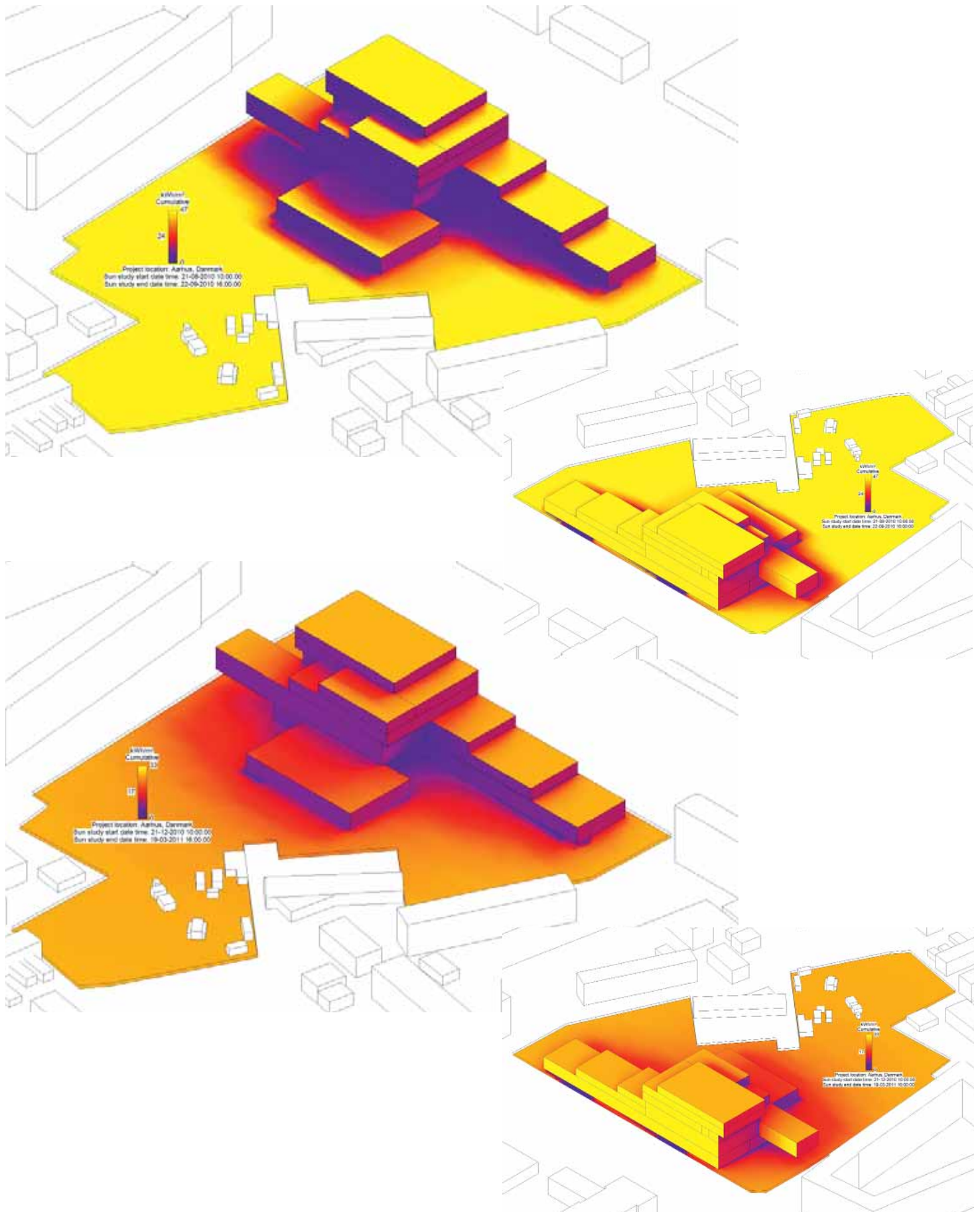
Energiberegningerne for den overordnede form viser ganske som forventet et større energiforbrug sammenlignet med den første Be10 beregning, som nøgletallene i skema 2 viser. Ved at forbedre vinduernes U-værdi på især de nordlige og østlige vinduer, kommer det samlede energiforbrug dog ned på 65,6 kWh/m² år. For at komme endnu længere ned, foretages igen at par optimeringer i Project Vasari, hvor glasandelen på fordelagtige steder øges til enten 40% eller 70%, og tilsvarende justeres nordfacaden til ikke

at have solafskærmning og glasandelen optimeres. Dette er især vurderet ud fra Sol- og skyggeforhold på bygningen, som ses på det efterfølgende opslag. Herved sænkes netto behovet for rumopvarmning yderligere og ved samtidig at etablere solceller på tag og sydfacaden, svarende til 250m² på taget og 180m² på sydfacaden, kommer bygningen ned og overholder lavenergiklasse 2015 kravene, med et samlet energiforbrug på 57,1 kWh/m² år.



SOL- OG SKYGGEFORHOLD

3.2.4



TEKNIK OG KONSTRUKTION

3.2.5

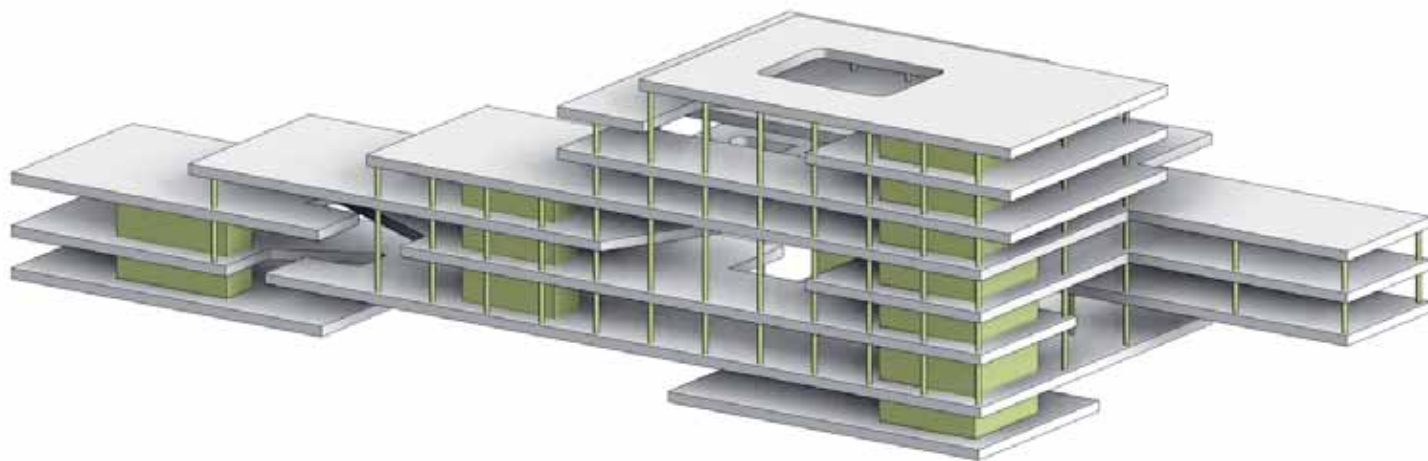
Bygningens konstruktive system udgøres af søjler placeret langs facaderne samt kerner med tekniske elementer og trapper. Denne konstruktionsløsning er valgt for at tilgodese en fleksibel og foranderlig indretning af skolens etageplaner.

De konstruktive og tekniske forhold er sammentænkt som en helhed - kernerne indeholder trapper som flugtveje, men disse fungerer samtidig som trapper i elevernes hverdag. Herudover samles de tekniske installationer, faldstammer, toiletter osv. Herudover indgår kernerne som en del af bygningens akustiske løsning idet de tænkes beklædt med lydabsorberende materialer, for at holde efterklangstiden nede i fællesrummet.

Kernernes placering er trukket tilbage fra facaden, så de nedbryder det store fællesareal og skaber mindre nicher og rumdannelser til ophold og læring.

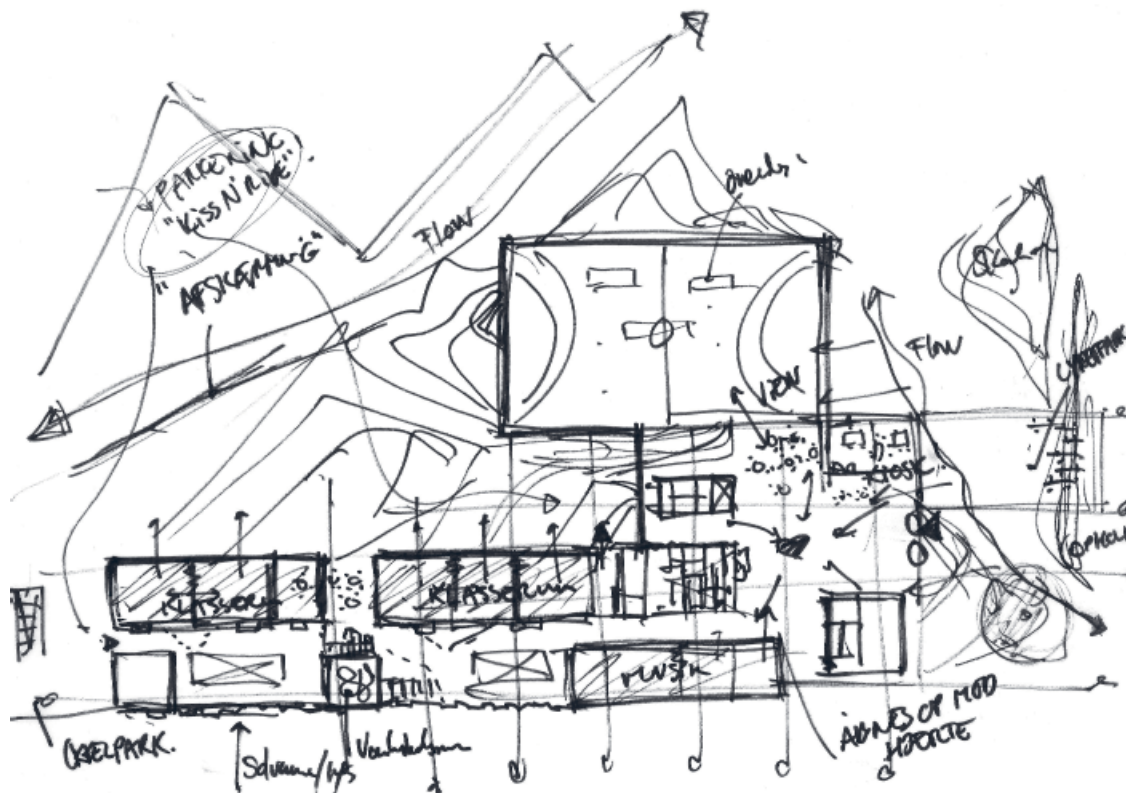
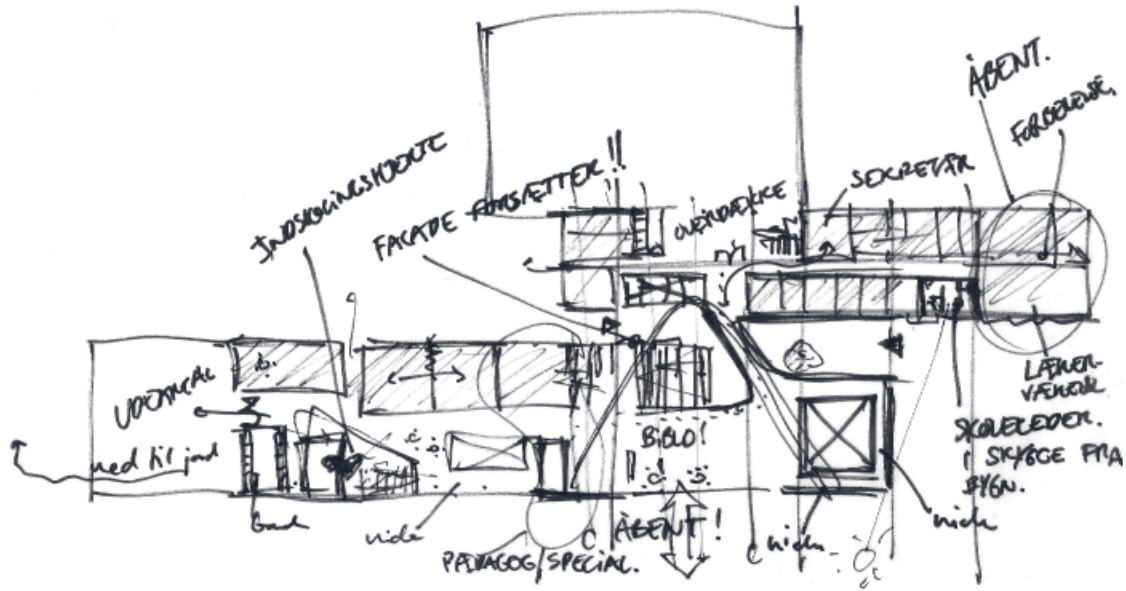
I bygningen anvendes hybrid ventilation i det omfang det er muligt. Om sommeren ventileres fællesarealerne med naturlig ventilation via oplukkelige ovenlysvinduer. I undervisningslokaler og kontorer foregår ventilationen ved mekanisk ventilation i opvarmingsperioden mens der om sommeren suppleres med naturlig ventilation fra højsiddende vinduer.

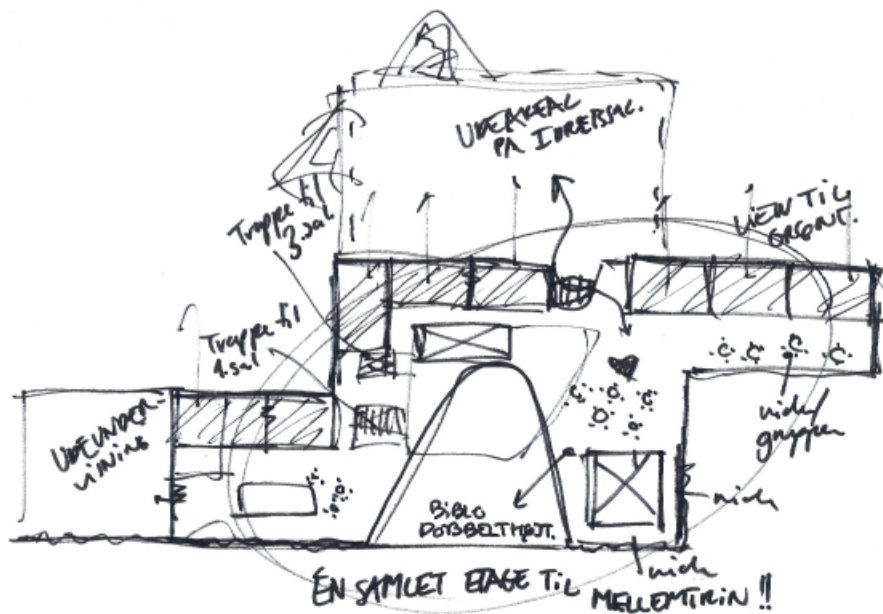
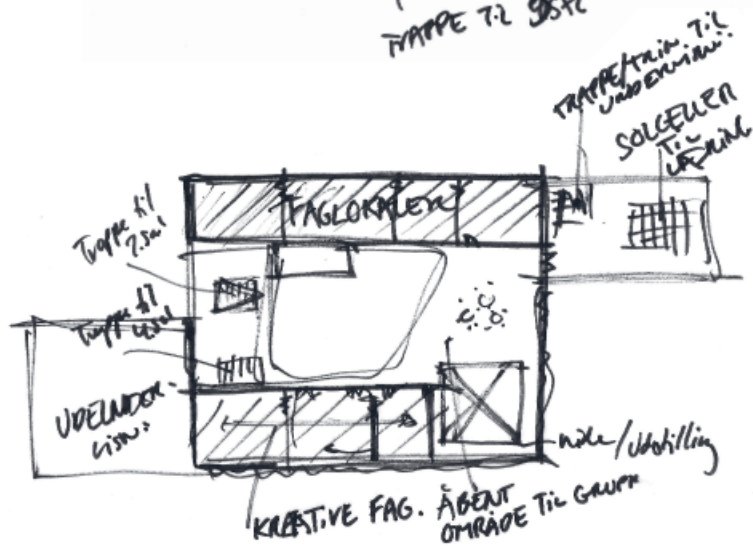
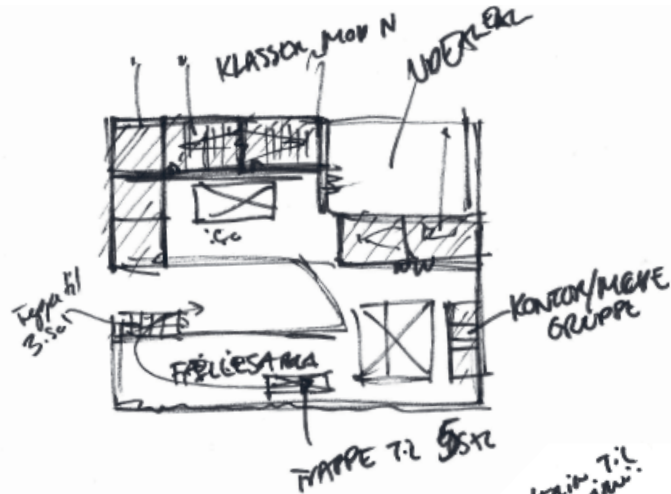
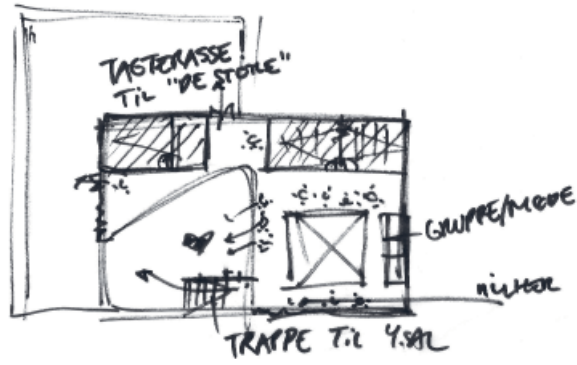
Ventilationsmåden vil sammen med bygningens udformning, orientering, solindfald, rumhøjde- og -dybde samt personbelastning sikre, at kravene til indeklimaet og lavenergiklasse 2015 overholdes.



RUMLIG DISPONERING

3.2.6

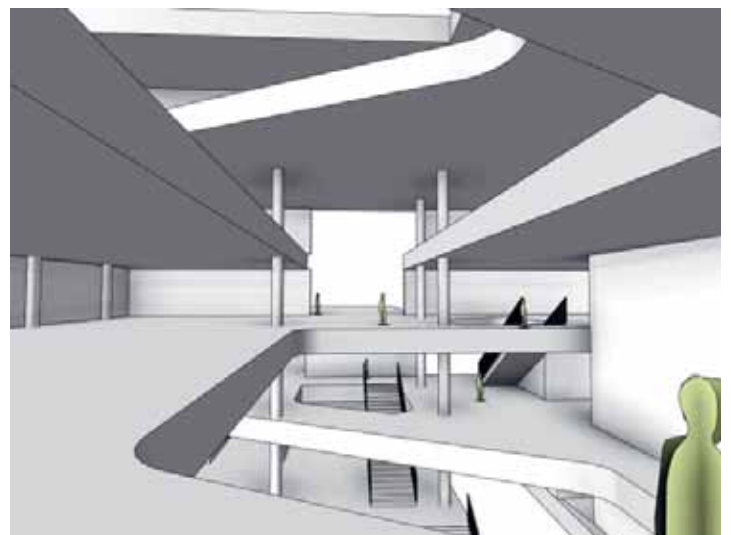
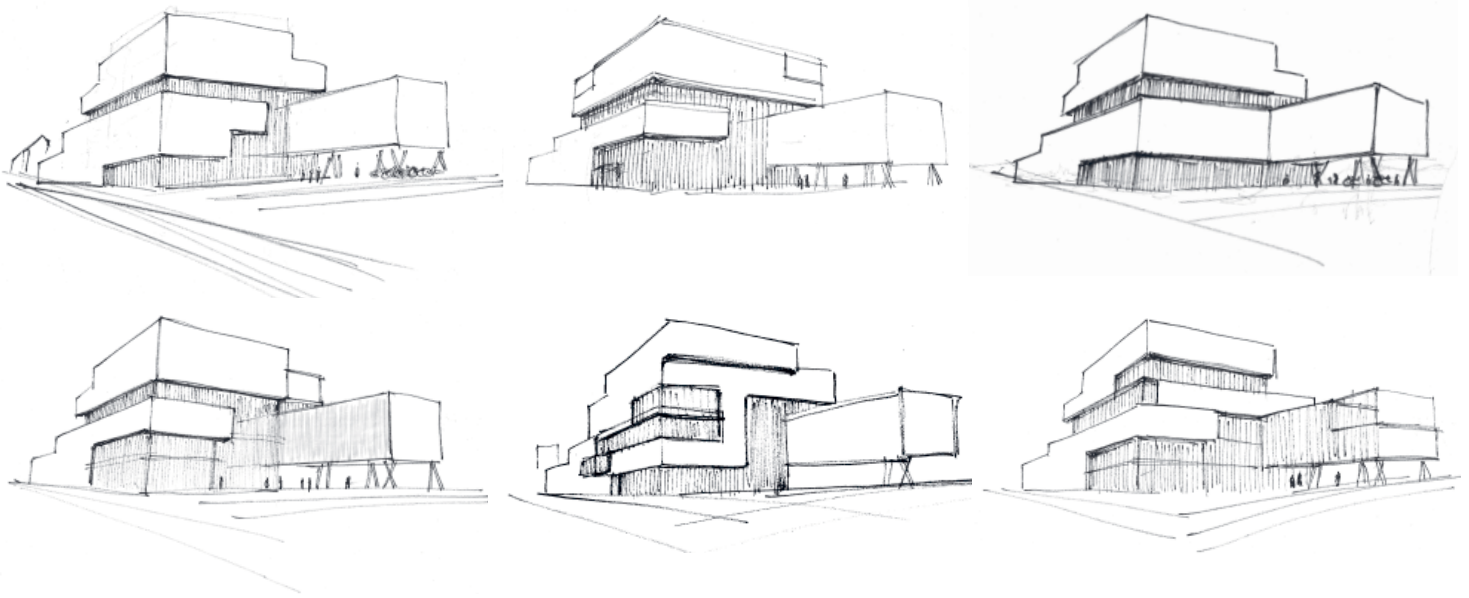


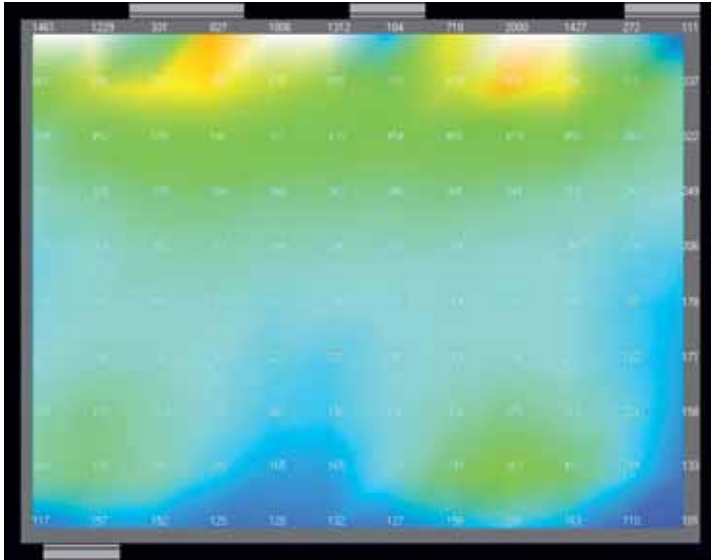


EN SAMLET EGE TIL NIVEAU MELLEMTRIN !!

RUMLIG SKITSERING OG LYSFORHOLD

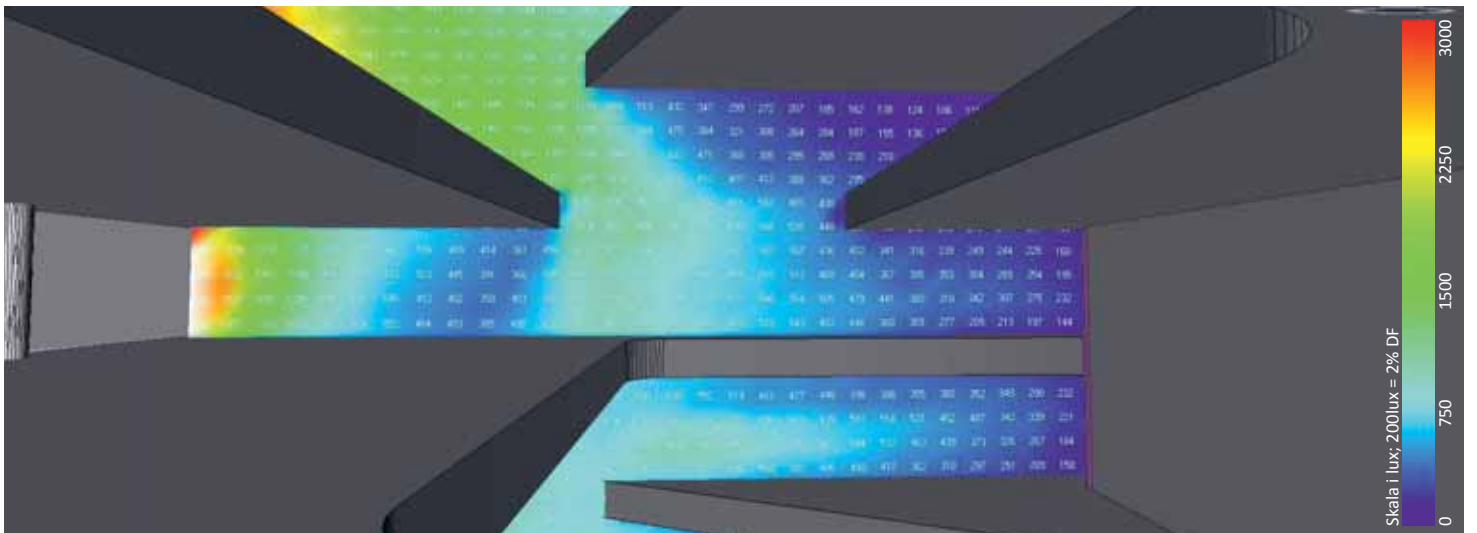
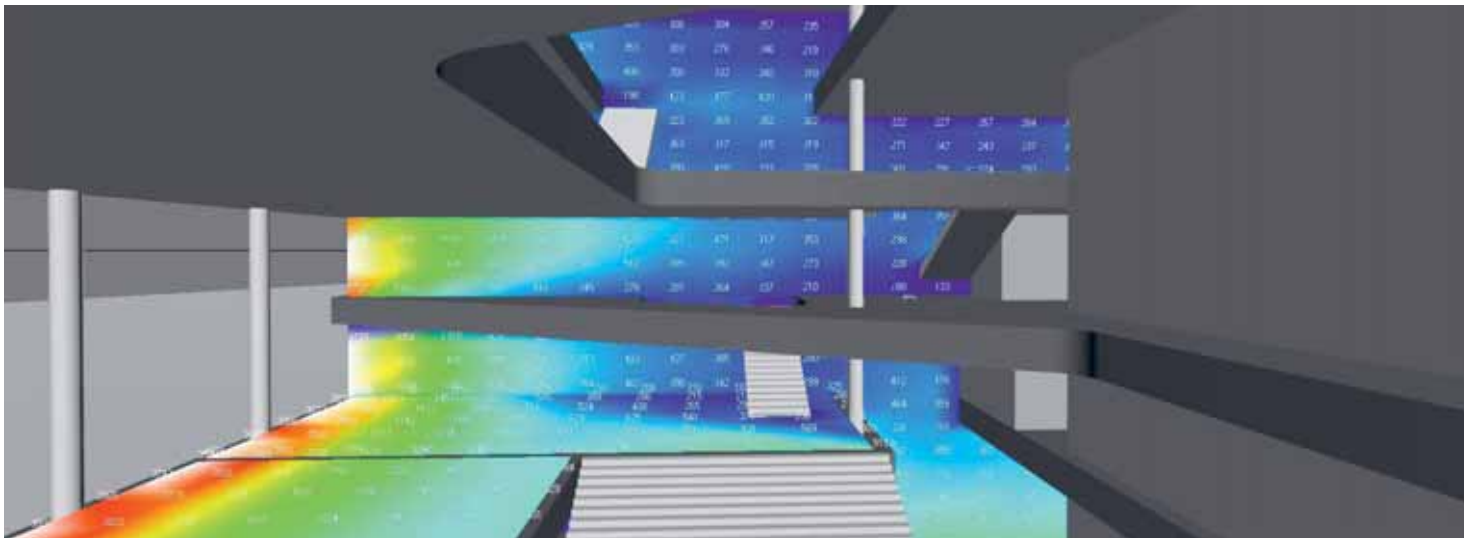
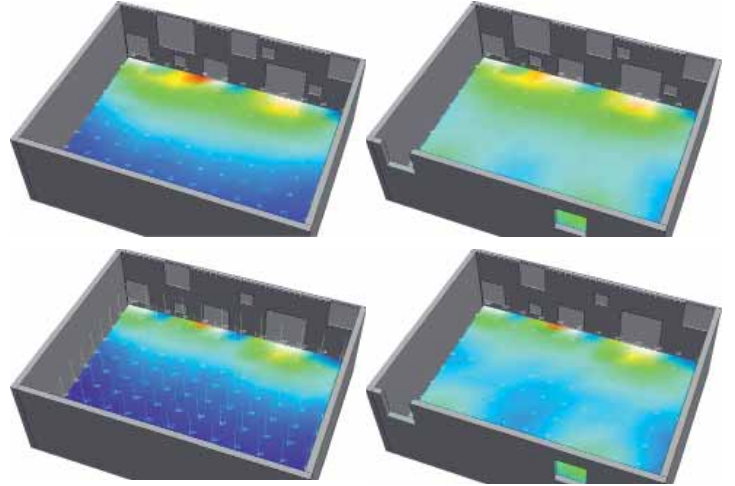
3.2.7





Skala i lux; 200lux = 2% DF

0 250 500 750 1000



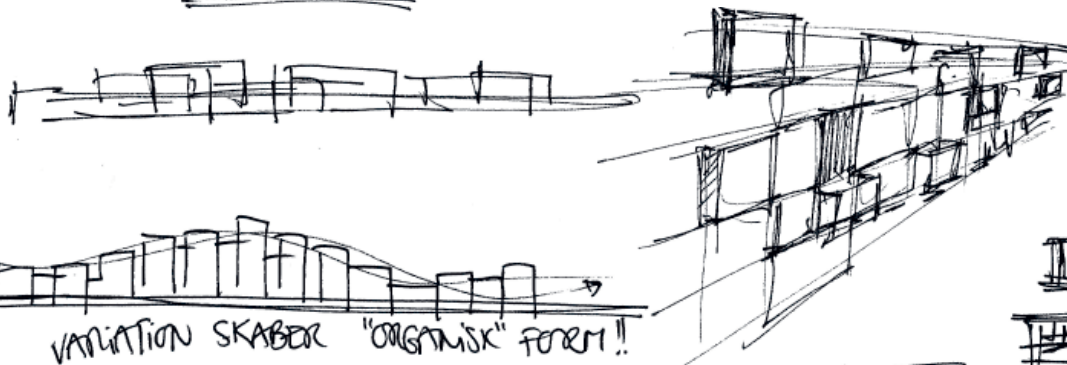
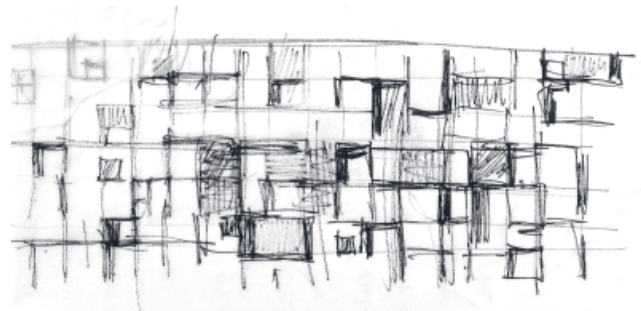
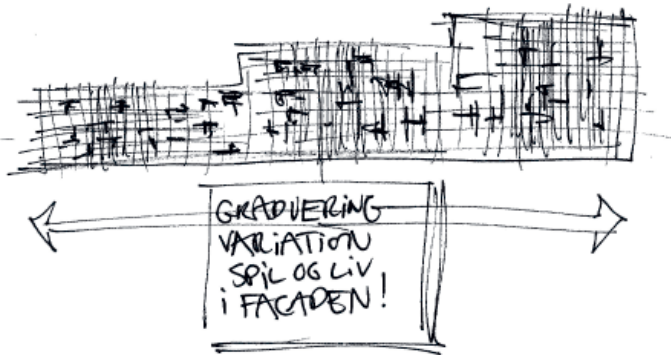
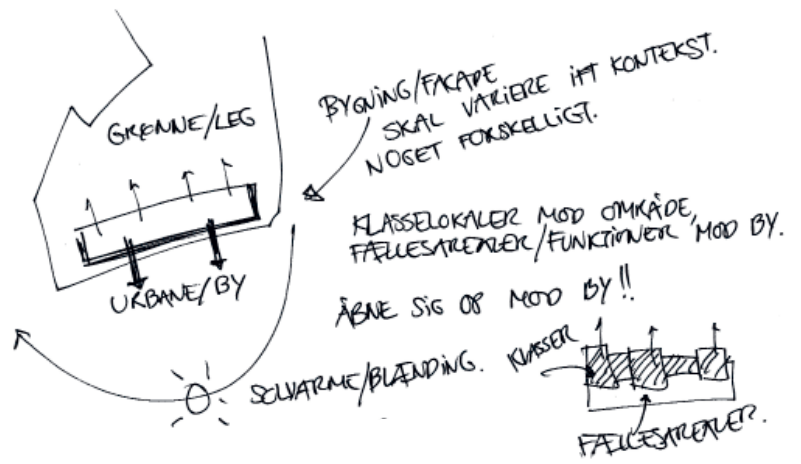
Skala i lux; 200lux = 2% DF

0 750 1500 2250 3000

FACADE

3.2.8

Konceptet for facaden tager afsæt i ønsket om at integrere solafskærmningen som en del af det arkitektoniske udtryk. Der arbejdes med en graduering af facaden for at fremhæve de bagvedliggende funktioner og aktiviteter. Herved opnås en vekselvirkning mellem lukkethed og transparens. Med udgangspunkt i den rumlige disponering med fællesarealer mod syd og klasserum mod nord, er det ligeledes målet at opnå et differentieret dagslysindtag i bygningen. Den nordlige facade vil have et mere dæmpet udtryk, eftersom solafskærmning ikke er nødvendigt.



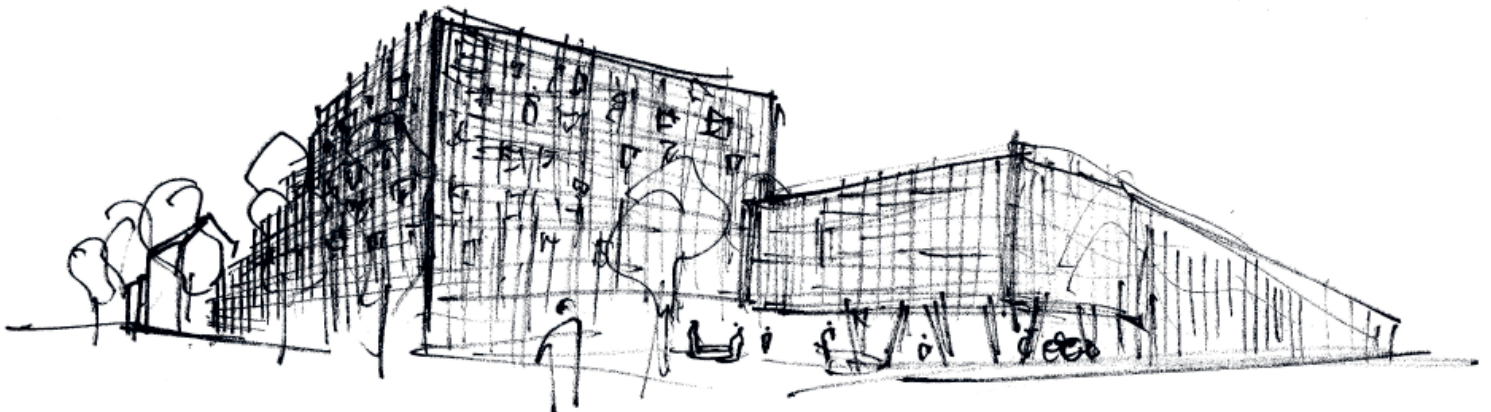
VARIATION SKABER "ORGANISK" FORM!!

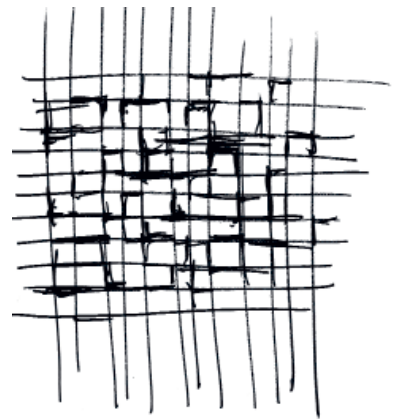
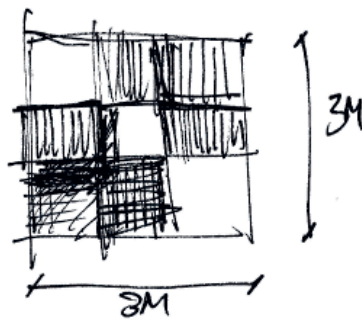
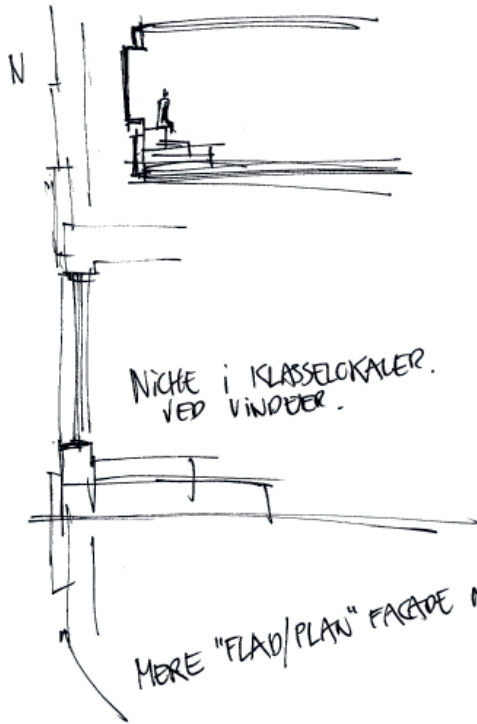
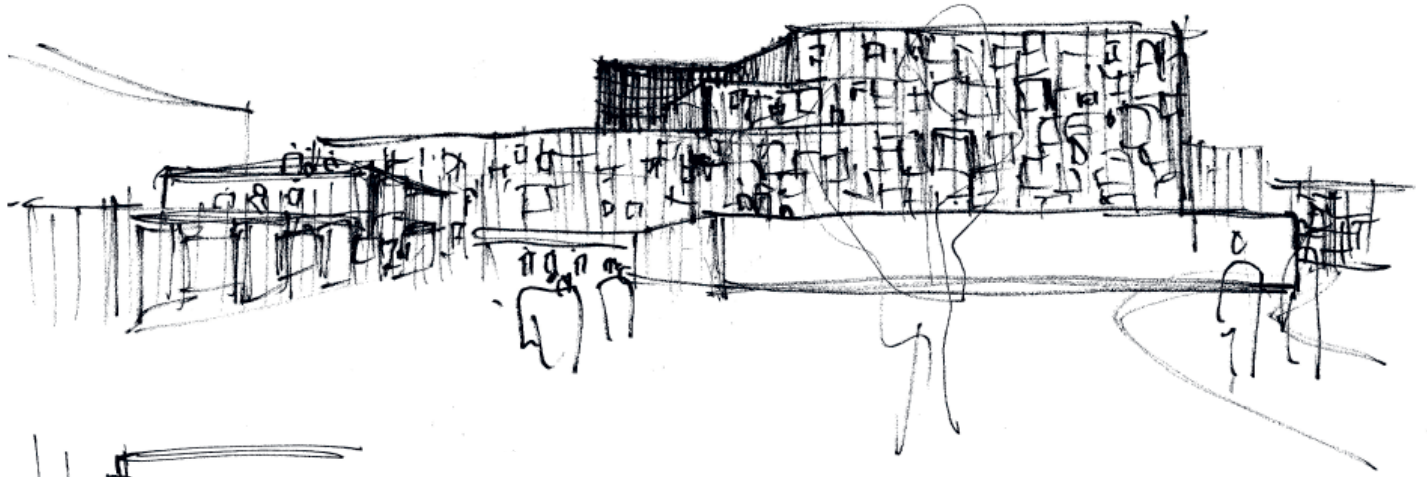


BÆRENDE SØJLER!
I FACADEN.

UDGANG
DRAMATIK!!

GLAS VED INDGANG.
EVT. PIXILERING OGSÅ!!





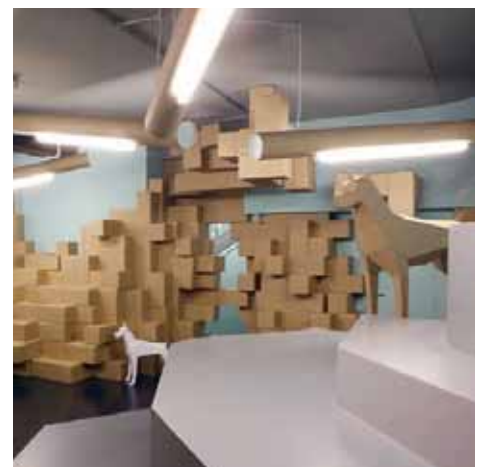
MERE "FLAD/PLAN" FASADE MOD NORD.



FACADE

3.2.8

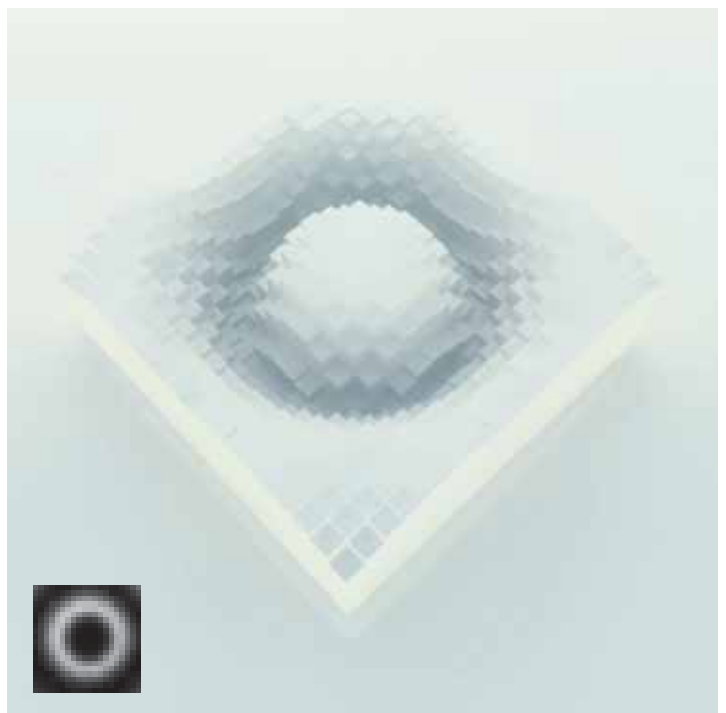
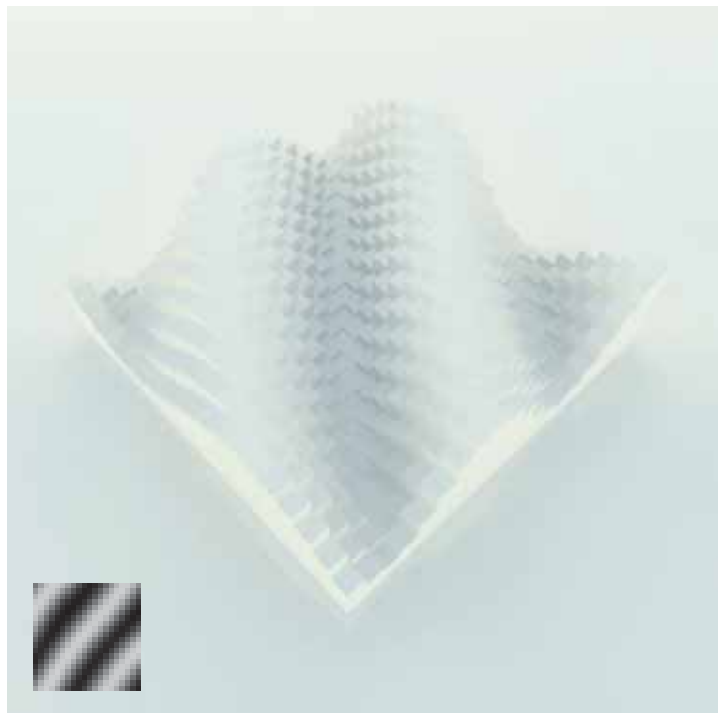


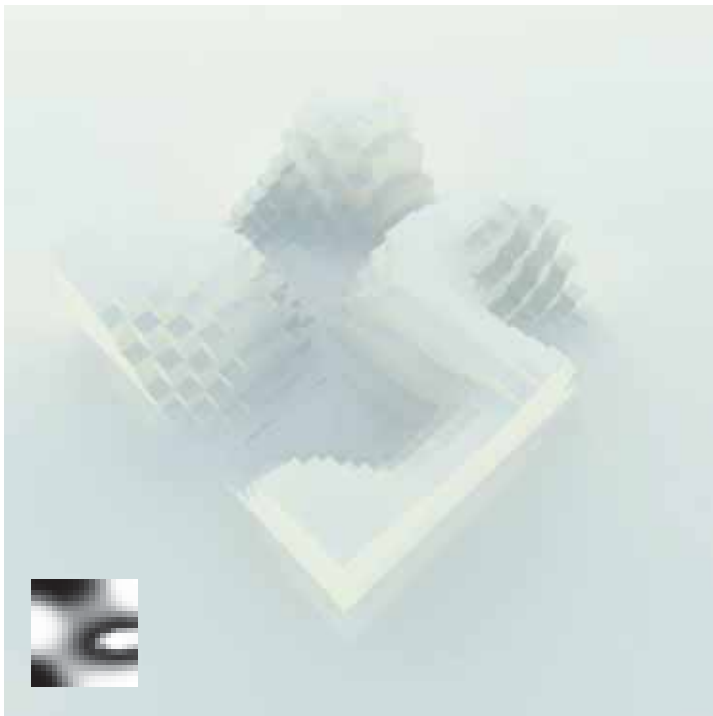


FACADE

3.2.8

I arbejdet med facaden har det ligeledes været målet at undersøge aspektet med parametriske design, og udforske mulighederne for at lade programmet generere geometri og rumlig variation. Ved hjælp af et simpelt grayscale billede er værdier for højder blevet genereret, og tanken har været at udarbejde en facade hvor solafskærmningen nedbryder den lange facade mod Ingerslevs Boulevard, samtidig med sørge for afskærmning til de sydvendte vinduer i de varmeste måneder af året.





FACADE

3.2.8





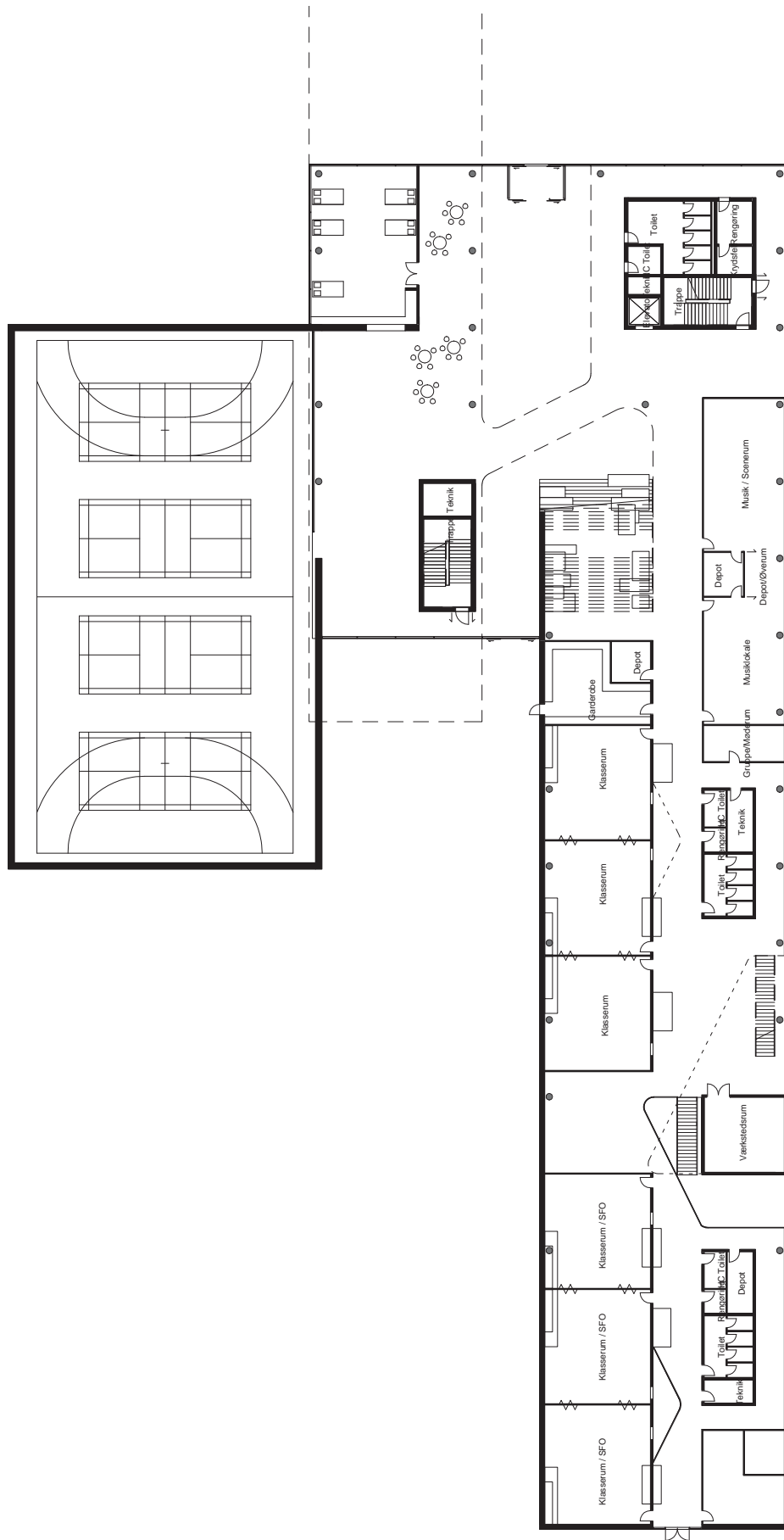


PRAESEN

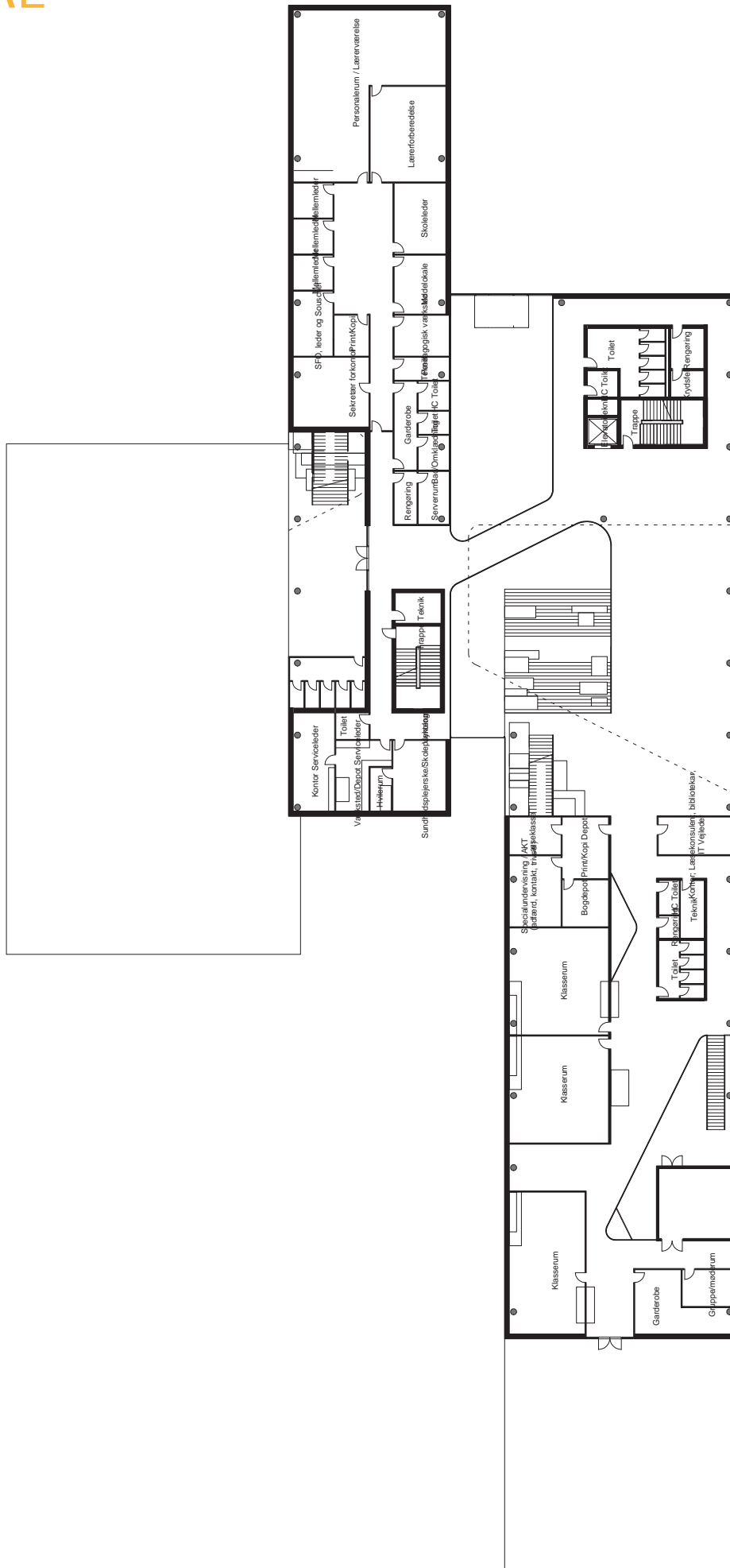


MITIGATION

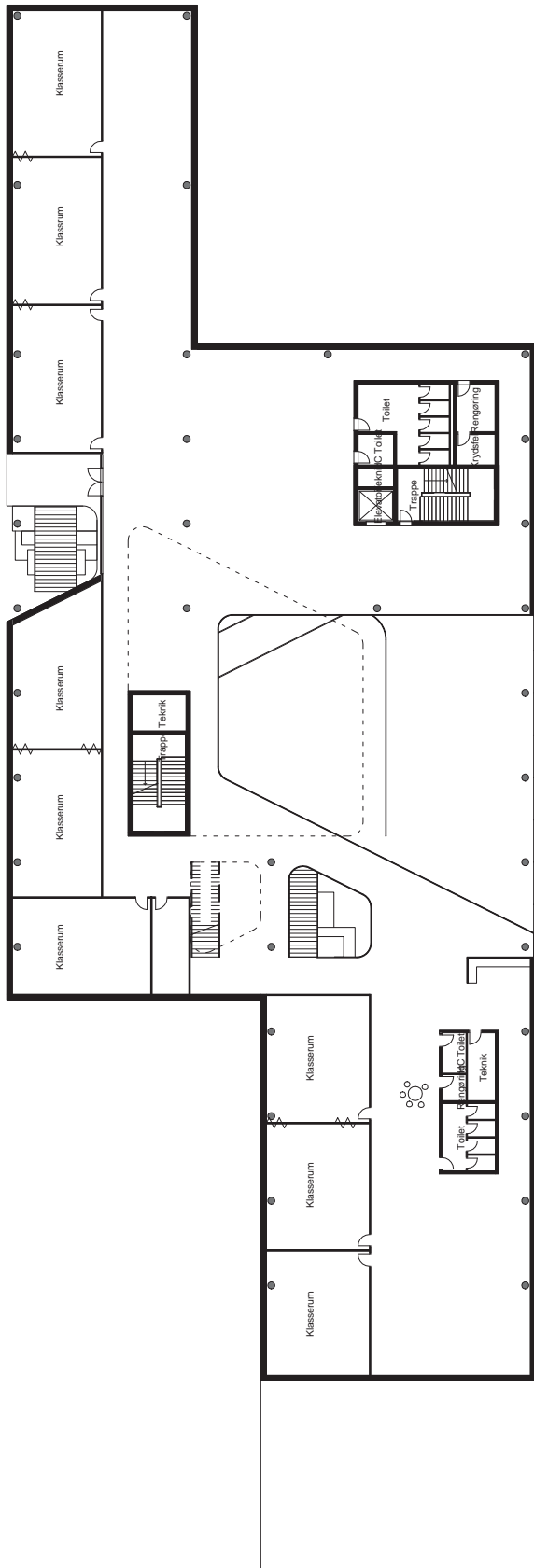
STUEPLAN



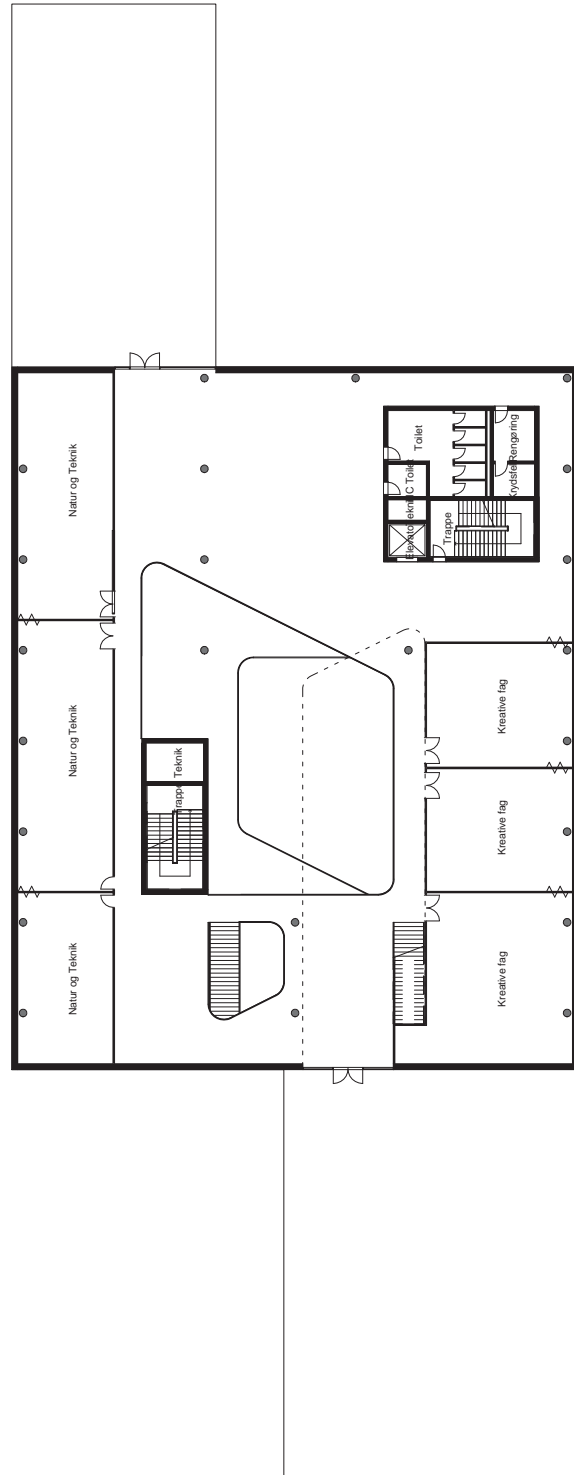
1.SAL



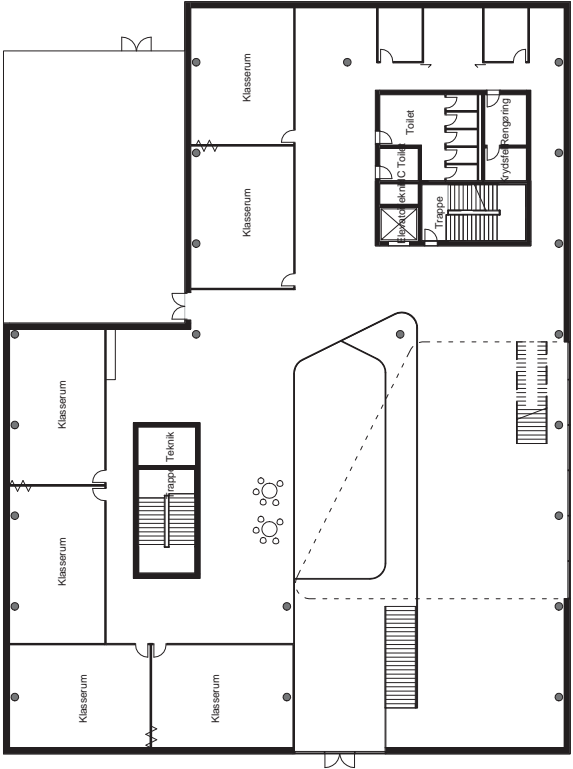
2.SAL



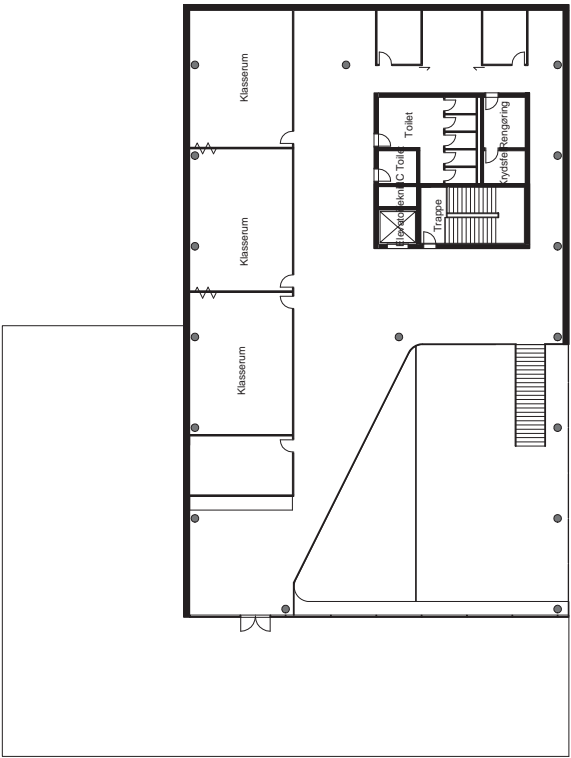
3.SAL



4.SAL



5.SAL



REFLEKSION

Med udgangspunkt i projektets initierende problemstilling og vision vil jeg i dette afsnit afrunde præsentationen af projektet og diskutere perspektiverne heraf.

En skole er et vigtigt socialt rum – både gennem barndommen, men også i kraft af sin funktion i byen. At skabe optimale rammer herfor er derfor en kompleks opgave, idet opgaven kan ses som en integration af problemstillinger på mange niveauer.

Først og fremmest skal arkitekturen understøtte barnets kreativitet, trivsel og læring. Samtidig skal fremtidens skole være til glæde og gavn for elever, lærere og bydelen. En ny midtbyskole til Århus skal derfor integrere sig i nærområdet og samtidig invitere borgerne indenfor, så skolen kan bibeholde sin rolle som et vigtigt samlingssted.

Arkitekturen skal muliggøre en fællesskabsfølelse blandt de daglige brugere – elever, lærere og borgere. Herudover skal den rumme et læringsmiljø, der i kraft af rumlig variation respekterer det enkelte barns læringsstile og behov.

”Skolens hjerte” er det første man møder, når man træder ind af hovedindgangen. Etableringen og designet af skolens hjerte er essentielt for at sikre skolens fællesskab, da den med sin centrale placering i bygningen danner rum til morgensamlinger, daglig ophold og aktivitet.

Herudover opnås en mulighed for fællesskab i børne- og ungemiljøet udenfor skoletiden, ved at Skolemarken bevares i tilknytning til det eksisterende skatermiljø og nye udearealer. Herved bidrager skoleområdet som et centralt byrum til fællesskab i nærområdet.

Projektet giver et bud på en skole, der åbner sig op mod omgivelserne og inviterer områdets øvrige borgere indenfor. Lysforhold og rumlige udformning understøtter den visuelle kontakt internt i bygningen og styrker sammenhængen mellem inde og ude. Ved udformningen af skolens hjerte som det centrale rum samt bearbejdningen af facadens udtryk, nedbrydes bygningens kompakte form og tilføres en åbenhed og transparens.

Fleksibilitet og vekselvirkning mellem små og store rum er nøgleordet i disponeringen af skolen. Herved tages udgangspunkt i barnet unikke læringsbehov og mangfoldigheden styrkes.

Skolens funktioner er placeret efter princippet om en tredeling med afdelinger for indskoling, mellemtrin og udskoling. Det sikrer tryghed og overskuelige rammer for de yngste elever – de har klasselokalet som primært rum og samtidig deres egne ”hjerterum” i form af fællesarealer. Mellemskolen er sikret let tilgængelighed til fællesarealer der kan indrettes fleksibelt med henblik på både arealer til fordybelse, projektarbejde samt nærhed til de faglokaler og idrætsfaciliteter som de deler med eleverne på de ældste klassetrin. Disse har ligeledes arealer der appellerer til deres aldersgruppe. Bygningens arkitektur understøtter herved arbejdet med forskellige læringsstile, hvilket også kan danne grobund for gode arbejdsvilkår og trivsel hos skolens ansatte.

Udover en varieret rumlig er bygningens dagsliv og indeklima også med til at skabe trivsel. Både indeklima, dagslys og komfort er vægtet højt for at opnå de bedste rammer for børnenes indlæring og præstation. Her er bygningens funktioner disponeret med fokus på at få passende dagslysforhold til læringsituationen, så dagslysudnyttelsen understøtter de aktiviteter der foregår. Klasselokaler placeres mod nord for at undgå gener som blænding og overoplydning, mens placeringen af fællesarealet - skolens hjerte, udnytter det direkte dagslys. Solafskærmning og minimering af glasarealer integreres gennem konceptet for facadens udformning.

Målsætningen for projektet har dels været at give et bud på et integreret skolebyggeri, dels at afprøve forskellige metoder og værktøjer. På baggrund af dette er detaljeringsniveauet ligeledes forskelligt alt efter, hvilke faser og fokus projektet bevæger sig i – derfor står nogle løsninger som anslag og visioner og andre som konkrete designforslag. Derfor har jeg valgt at dele præsentationen op i to dele, så det endelige projekt vil blive præsenteret til eksamen og der vil blive reflekteret over processen med BIM og erfaringerne med de anvendte digitale værktøjer.

KILDER

Kilder

INTRODUKTION

- [1] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.54
- [2] - Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, <http://vtu.dk/nyheder/nyheder-udefra/2010/ny-taenketank-vil-fremme-konkurrenceevnen/> , 09.03.11
- [3] - FTF, <http://www.ftf.dk/aktuelt/pressemeddelelser/artikel/sats-bredere-paa-uddannelse/> , 09.03.11
- [4] - Arkitektur DK nr. 3 2007, Arkitektens Forlag, København, s. 130
- [5] - Børsen, http://borsen.dk/nyheder/politik/artikel/1/197008/danske_boern_dumper_igen_i_pisa-undersogelse.html , 09.03.11
- [6] - TV2, <http://nyhederne-dyn.tv2.dk/article.php/id-35577026:15%C3%A5rige-l%C3%A6ser-v%C3%A6rre-end-i-2000.html> , 09.03.11
- [7] - Fagbladet Folkeskolen, <http://www.folkeskolen.dk/ObjectShow.aspx?ObjectId=42676> , 09.03.11
- [8] - Politikken, <http://politiken.dk/politik/ECE1135495/ny-international-test-danske-skoleelever-sakker-bagud/>
- [9] - Berlingske, <http://www.b.dk/ledere/pisas-opsang-til-folkeskolen> , 09.03.11
- [10] - Politikken, <http://blog.politiken.dk/kamphanerne/2011/02/16/vudsu-vi-kan-lave-et-folkeskoleforlig-kan-christiansborg/> , 09.03.11
- [11] - <http://www.folkeskolen.dk/ObjectShow.aspx?ObjectId=42676>
- [12] - Arkitektur DK nr. 3 2007, Arkitektens Forlag, København, s. 1
- [13] - Sir Ken Robinson, http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity.html , 09.03.11
- [14] - Videnskab.dk, <http://videnskab.dk/kultur-samfund/opskrift-pa-mere-kreativitet> , 09.03.11
- [15] - Videnskab.dk, <http://videnskab.dk/blog/divergent-taenkning-en-vigtig-ingredients-i-kreative-processer> , 09.03.11
- [16] - Videlectures, http://videlectures.net/eycisfc09_jensby_lange_sfskubp/ , 09.03.11
- [17] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, s.56
- [18] - Ken Robinson, http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity.html , 09.03.11
- [19] - Jyllandsposten, <http://www.dichmusik.dk/Anna/2010-12-16%20JP%20Aarhus%20Ny%20skole%20paa%20plads.pdf> , 09.03.11
- [20] - Jyllandsposten, <http://jp.dk/aarhus/politik/article2286363.ece> , 09.03.11
- [21] - Aarhus Kommune, <http://www.aarhus.dk/omkommunen/organisation/Boern-og-Unge/Administrative-afdelinger/Planlaegning/RULL---Rum-til-Leg-og-Laering/RULL-proces-i-omraaderne/Midtbyen---omraade-1/Ny-midtbyskole.aspx> , 09.03.11
- [22] - IDP in PBL af Mary-Ann Knudstrup, 2003, Aalborg Universitets Presse, Aalborg, Danmark, http://vbn.aau.dk/files/16081935/IDP_in_PBL_2004_Mary-Ann_Knudstrup_Ny_pdf_fil.pdf , 09.03.11
- [23] - Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling af Eddy Krygiel og Bradley Nies, 2008, Sybex, Indianapolis, Indiana, USA, s.127
- [24] - Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling af Eddy Krygiel og Bradley Nies, 2008, Sybex, Indianapolis, Indiana, USA, s.29
- [25] - Det Digitale Byggeri, <http://www.dedigialebyggeri.dk/tech-article/bim-%E2%80%93-bygningsinformationsmodeller-og-model-lering> , 09.03.11
- [26] - SHL Architects miniguide, http://www.dedigialebyggeri.dk/sites/default/files/documents/DDB_schmidt_hammer_lassen_02_SAMLET.pdf , 09.03.11
- [27] - Ingeniøren, <http://ing.dk/artikel/112360-5d-model-skar-to-millioner-kroner-af-prisen> , 09.03.11
- [28] - SHL Architects miniguide, http://www.dedigialebyggeri.dk/sites/default/files/documents/DDB_schmidt_hammer_lassen_02_SAMLET.pdf , 09.03.11
- [29] - SHL Architects miniguide, http://www.dedigialebyggeri.dk/sites/default/files/documents/DDB_schmidt_hammer_lassen_02_SAMLET.pdf , 09.03.11
- [30] - James Vandezande, <http://vimeo.com/16435615>

ANALYSE

- [31] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.131
- [32] - Aarhus Kommune, <http://www.aarhus.dk/midtbyskole.aspx> , 09.03.11
- [33] - Aarhus Stifttidende, <http://stiften.dk/laeserbrev/tillykke-med-den-nye-skole> , 09.03.11
- [34] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , 09.03.11
- [35] - Aarhus Kommuneatlas, <http://gis.aarhus.dk/kommuneatlas/registranter/frederiksbjerg/side5.htm> , 09.03.11
- [36] - Byhistorie, http://dendigialebyport.byhistorie.dk/bibliografi/dokumenter/ambt_og_kampmanns_plan_til_frederiksbjerg.pdf , 09.03.11
- [37] - Grandt, <http://www.grandts.dk/Aarhus/fredbjergskoler.htm#anna> , 09.03.11
- [38] - Annagade, <http://www.annagade.dk/> , 26.05.11

- [39] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.28
- [40] - Arkitektur DK nr. 3 2007, Arkitektens Forlag, København, s. 130
- [41] - Folkeskoleloven, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=133039#K1> , 09.03.11
- [42] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.16
- [43] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.17
- [44] - Arkitektur DK nr. 3 2007, Arkitektens Forlag, København, s. 194
- [45] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.17
- [46] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.6, 09.03.11
- [47] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , 09.03.11
- [48] - Aarhus Kommune, <http://www.aarhus.dk/midtbyskole.aspx> , 09.03.11
- [49] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.15, 09.03.11
- [50] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.14, 09.03.11
- [51] - Jyllands Posten, <http://www.dichmusik.dk/Anna/2011-02-22%20JP%20Aarhus%20Groent%20lys%20for%20ny%20skole.pdf> , 09.03.11
- [52] - RULL-vision, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Bilag-5---Visionsfolder---omraade-1.ashx> , 09.03.11
- [53] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.6, 09.03.11
- [54] - Nyhedsbrev fra fremtidens skole, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Bilag-1---Nyhedsbrev-fra-fremtidens-skole.ashx> , 09.03.11
- [55] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.10-12, 09.03.11
- [56] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.9
- [57] - SKUB, <http://www.skub.dk/omskub/innovation.html> , 09.03.11
- [58] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010, s.49
- [59] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.10
- [60] - Læringsstile, <http://www.laeringsstil.dk/omlaeringsstile.asp> , 09.03.11
- [61] - Breaking the IQ Myth, Henry S. Tenedero, Henyo Publications, 1998, s.5
- [62] - Læringsstile, <http://www.laeringsstil.dk/omlaeringsstile.asp> , 09.03.11
- [63] - TV2, <http://programmer.tv2.dk/skolen/> , 09.03.11
- [64] - TV2, <http://programmer.tv2.dk/skolen/article.php/id-17177954:resultater-fra-gauerslund-skole.html> , 09.03.11
- [65] - N.J. Fjordsgade Skole, <http://www.fjordsgades-skole.dk/Infoweb/Designskabelon8/Rammeside.asp?Action=&Side=&Klasse=&Id=&Startside=&ForumID=> , 09.03.11
- [66] - Svend Erik Schmidt, <http://programmer.tv2.dk/skolen/PDF/SkolenVerdensklasse.pdf> , s.4, 09.03.11
- [67] - Svend Erik Schmidt, <http://programmer.tv2.dk/skolen/PDF/SkolenVerdensklasse.pdf> , s.6, 09.03.11
- [68] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.19
- [69] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010, s.20
- [70] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010, s.33
- [71] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.22
- [72] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010, s.21
- [73] - Trivsel i Skolen, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/VI/Foraeldresamarbejde/Bestyrelser/Trivsel-i-skolen.ashx> , 09.03.11
- [74] - Arkitema, <http://www.arkitema.dk/Laering+Learning/Projekter/Hellerup+Skole.aspx> , 09.03.11
- [75] - SKUB, <http://www.skub.dk/omskub/innovation.html> , 09.03.11
- [76] - Undervisere.dk, <http://www.undervisere.dk/ObjectShow.aspx?ObjectId=30528> , 10.04.2011
- [77] - Godt Skolebyggeri, <http://www.godtskolebyggeri.dk/stojlysluft/stoj/hadsundskole.aspx> , 10.04.2011
- [78] - Bosch & Fjord, http://www.bosch-fjord.com/files/projects/OrdrupSkole/OrdrupSkole_SkolenErLadetMedKuloerteKrammeroeer.pdf , 10.04.2011
- [79] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.149
- [80] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.8, 09.03.11

KILDER

- [81] - Brundtland rapport, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> , 09.03.11
- [82] - Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainability> , 09.03.11
- [83] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.77
- [84] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.78
- [85] - CO2030, <http://www.co2030.dk/Fakta-om-CO2030/planer-for-klima-og-miljoe/Klimaplan-2010-2011.aspx> , 09.03.11
- [86] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.78
- [87] - Bæredygtige Byer, <http://sustainablecities.dk/da/actions/opinion-poll/groent-og-baeredygtige-byer> , 09.03.11
- [88] - Bæredygtige Byer, <http://sustainablecities.dk/da/actions/opinion-poll/social-bevidsthed-og-baeredygtige-byer> , 09.03.11
- [89] - Erhvervs- og Byggestyrelsen, <http://www.ebst.dk/energiogindeklima> , 09.03.11
- [90] - SHL Architects miniguide, http://www.detdigitalebyggeri.dk/sites/default/files/documents/DDB_schmidt_hammer_lassen_02_SAMLET.pdf , 09.03.11
- [91] - Erhvervs- og Byggestyrelsen, <http://www.ebst.dk/energistrategi> , 09.03.11
- [92] - Erhvervs- og Byggestyrelsen, <http://www.ebst.dk/energi> , 09.03.11
- [93] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.6, 09.03.11
- [94] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.25, 09.03.11
- [95] - BR10, http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_00_id161/0/42 , 09.03.11
- [96] - Tjek skoleforbrug, <http://www.tjekskoleforbrug.dk/Vaelgskole.aspx?ValgtEnhed=m2> , 10.04.2011
- [97] - Activehouse, <http://www.activehouse.info/da/node/1415> , 09.03.11
- [98] - BR10, http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_00_id161/0/42 , 09.03.11
- [99] - Rockwool, <http://www.rockwool.dk/r%C3%A5d+og+vejledning/indeklimaguiden/hvad+er+indeklima-c7-> , 09.03.11
- [100] - Universitets- og Bygningsstyrelsen, <http://www.ubst.dk/filer/UBST-%20Indeklimavejledning%20Planlaegning%20af%20godt%20indeklima%20i%20universitetsbyggeri/html/kap04.htm> , 10.03.11
- [101] - Universitets- og Bygningsstyrelsen, <http://www.ubst.dk/filer/UBST-%20Indeklimavejledning%20Planlaegning%20af%20godt%20indeklima%20i%20universitetsbyggeri/html/kap04.htm> , 10.03.11
- [102] - Høringsudkast, <http://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/MBU/RULL/Midtbyskole/Hoeringsudkast-til-byraadsindstilling-vedr-ny-midtbyskole.ashx> , s.8, 09.03.11
- [103] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.86
- [104] - Masseeksperiment, <http://videnskab.dk/krop-sundhed/masseeksperiment-skolers-indeklima-har-det-skidt> , 09.03.11
- [105] - ArkitekturTV, CCO, <http://arkitektur.tv.dac.dk/video/1040334/universitetsbyggeri-og> , 09.03.11
- [106] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.86
- [107] - DS 474, Norm for specifikation af termisk indeklima, Ret 1, 1.udgave, Statens Byggeforskningsinstitut, 1995, s.7
- [108] - Magasinet LYS, 04-2008, Dansk Center for Lys, P.J. Schmidt Grafisk Produktion, s.30
- [109] - Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling af Eddy Krygiel og Bradley Nies, 2008, Sybex, Indianapolis, Indiana, USA, s.155
- [110] - BR10, http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_00_id93/0/42 , 09.03.11
- [111] - DS 474, Norm for specifikation af termisk indeklima, Ret 1, 1.udgave, Statens Byggeforskningsinstitut, 1995, s.20
- [112] - BR10, http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_00_id146/0/42 , 09.03.11
- [113] - Universitets- og Bygningsstyrelsen, <http://www.ubst.dk/filer/UBST-%20Indeklimavejledning%20Planlaegning%20af%20godt%20indeklima%20i%20universitetsbyggeri/html/kap04.htm> , 10.03.11
- [114] - DR Byen, <http://www.dsbo.dk/Home/area1/Erhvervuginstitutioner/DRByen/Indeklima/tabid/182/Default.aspx>
- [115] - Magasinet LYS, 03-2010, Dansk Center for Lys, P.J. Schmidt Grafisk Produktion, s.8
- [116] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.80
- [117] - Godt Skolebyggeri, <http://www.godtskolebyggeri.dk/stojlysluft/lyslamper.aspx> , 09.03.11
- [118] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.80
- [119] - Magasinet LYS, 03-2010, Dansk Center for Lys, P.J. Schmidt Grafisk Produktion, s.12
- [120] - BR10, http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_00_id102/0/42 , 09.03.11
- [121] - Arkitektur og Energi, Rob Marsh mfl., Statens Byggeforskningsinstitut, Rosendahls Bogtrykkeri, s.16
- [122] - Magasinet LYS, 03-2010, Dansk Center for Lys, P.J. Schmidt Grafisk Produktion, s.8
- [123] - Laboratoriet Lys & Syn, http://www.lyssyn.dk/index.php?option=com_content&view=article&id=35&Itemid=31 , 09.03.11
- [124] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010 , s.80
- [125] - Godt Skolebyggeri, <http://www.godtskolebyggeri.dk/stojlysluft/lyslamper.aspx> , 09.03.11
- [126] - Arbejdstilsynet, http://www.arbejdstilsynet.dk/TEMAER/Indeklima/Indeklima-i-jeres-branche/Dag-og-dogninstitutioner-for-born-og-vok/Lys/Blaending-fra-dagslys.aspx?sc_lang=da , 09.03.11
- [127] - Lyset i Skolen, Lisbeth Skindbjerg Kristensen mfl., Statens Byggeforskningsinstitut 2004, s.29
- [128] - Light and Space, Louis I. Kahn, 1994, Watson-Guptill, London, UK

- [129] - Arbejdstilsynet, http://www.arbejdstilsynet.dk/TEMAER/Indeklima/Indeklima-i-jeres-branche/Dag-og-dogninstitutioner-for-born-og-vok/Lys/Blaending-fra-dagslys.aspx?sc_lang=da, 09.03.11
- [130] - The School Book, Rockfon, s. - kan bestilles på: <http://produkter.rockfon.dk/dk/literature-and-samples/brochures--books.aspx>, 09.03.11
- [131] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010, s.83
- [132] - Masseeksperiment, <http://videnskab.dk/kultur-samfund/klasselokaler-duer-ikke-til-moderne-undervisning>, 10.03.11
- [133] - Støj i Skolen, Peter Blichfeldt, Branchearbejdsmiljørådet Undervisning & Forskning, Krogs Forlag, 2006, København, Danmark, s.7
- [134] - BR10, http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_00_id97/0/42, 09.03.11
- [135] - Masseeksperiment, <http://videnskab.dk/kultur-samfund/klasselokaler-duer-ikke-til-moderne-undervisning>, 10.03.09
- [136] - Datalyse, <http://www.datalyse.dk/carl/eftklang.htm>, 10.03.09
- [137] - Forelæsning nr.3 i Building Technology and Architectural Design, PHK, AAU, 04.11.2009
- [138] - Støj i Skolen, Peter Blichfeldt, Branchearbejdsmiljørådet Undervisning & Forskning, Krogs Forlag, 2006, København, Danmark, s.7
- [139] - Modelprogram for Folkeskoler, Erhvervs- og Byggestyrelsen, Rosendahls-Schulz Grafisk a/s, Danmark, 2010, s.84
- [140] - The School Book, Rockfon, s.35 - kan bestilles på: <http://produkter.rockfon.dk/dk/literature-and-samples/brochures--books.aspx>, 09.03.11
- [141] - BR10, http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_00_id99/0/42, 09.03.11
- [142] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.43
- [143] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.28
- [144] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.43
- [145] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.147
- [146] - Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling af Eddy Krygiel og Bradley Nies, 2008, Sybex, Indianapolis, Indiana, USA, s.134
- [147] - Lyset, facaden og rummet, http://www.lysnet.com/download/Lyset_facaden_og_rummet.pdf
- [148] - The Third Teacher af OWP/P Architects, VS Furniture og Bruce Mau Design, 2010, Abrams Books, New York, USA, s.93