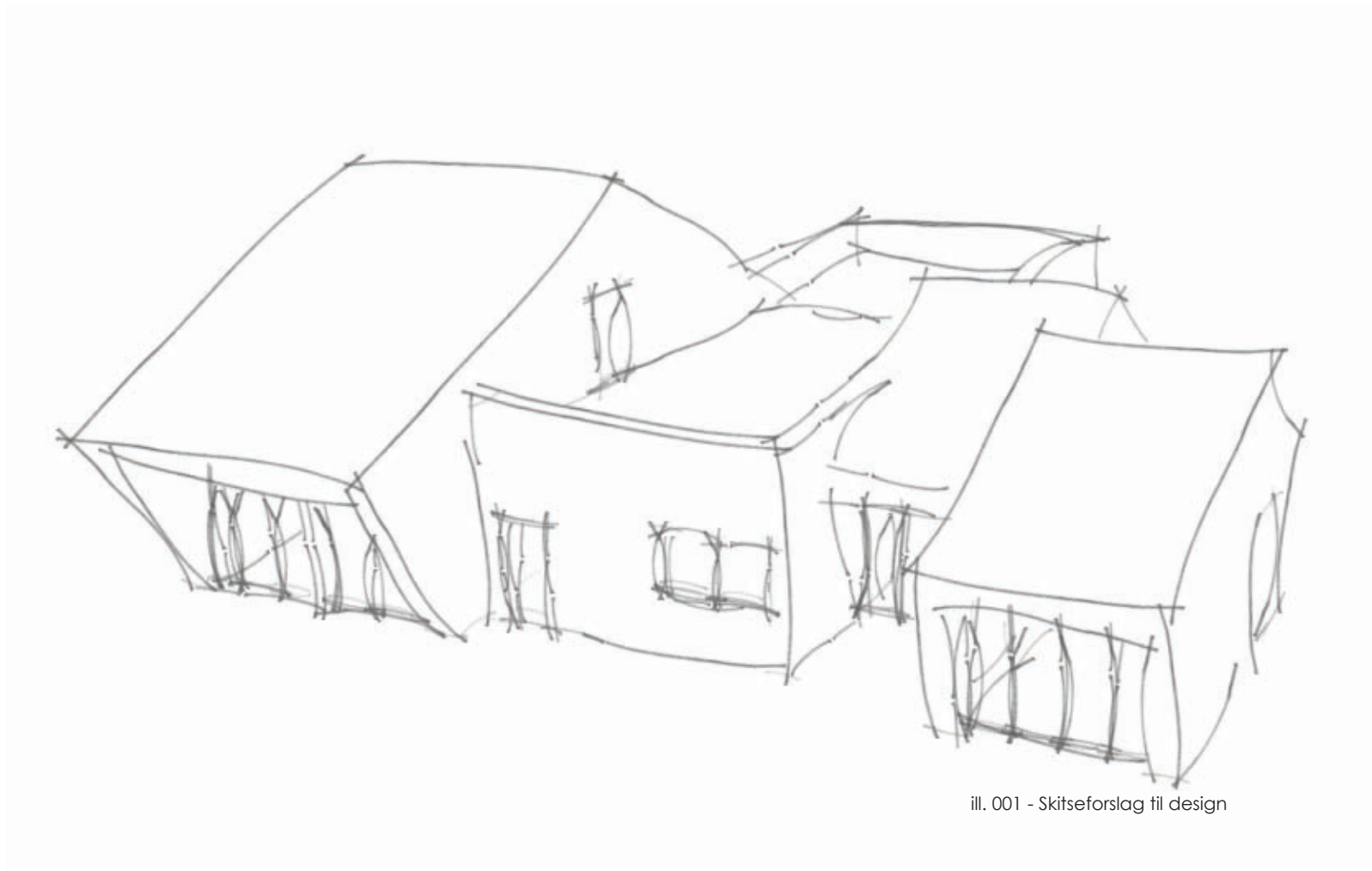




AKSEN

FLEKSIBELT MODULBYGGERI I GUG



ill. 001 - Skitseforslag til design

Titelblad

**AALBORG UNIVERSITET
ARKITEKTUR OG DESIGN
4. SEMESTER MASTER ARKITEKTUR 2011**

TITEL: AKSEN - FLEKSIBELT MODULBYGGERI I GUG

TEMA: 0-ENERGI BOLIGER I GUG

PERIODE: 16. JUNI 2011 TIL 15. SEPTEMBER 2011

GRUPPE: MA4-ARK7

HOVEDEVEJLEDER: PETER LIND BONDERUP

TEKNISK VEJLEDER: CLAUDS TOPP

SIDER: 103

OPLAG: 3

Hasse Bové Jensen

SYNOPSIS

Projektet omhandler designet af en åben-lav bebyggelse i Gug i det sydlige Aalborg. Boligerne er skabt ud fra enkelte moduler der kan kombineres på mange forskellige måder, hvorved deres formsprog i bebyggelsen aldrig er det samme. Det var målet at boligerne skulle opfylde kravene for lavenergiklasse 2015 samt have mulighed for at blive til 0-energi boliger.

The project focus on the design of an open-low site-plan in Gug in southern Aalborg. The houses are created using individual modules that can be combined in various ways, by which their design language in the site are never the same. The goal was that the houses have to meet Danish requirements for low-energy class 2015 and have the opportunity to become 0-energy housing.

Indholdsfortegnelse

Titelblad	2	Indeklima	32
Synopsis	3	Termisk indeklima	32
Indholdsfortegnelse	4	Akustisk indeklima	33
Introduktion	6	Atmosfærisk indeklima	33
Metode	8	Ventilation	34
Målgruppe	10	Visuelt indeklima	36
Vision	12		
Problemformulering	13		
Kontekst analyse	14	Fremtidens bolig	38
		Modulbyggeri	40
		Inspiration	42
Kommunens planer	16		
Materialer	18	Rumprogram	44
Nærområdet	19	Del konklusion	46
Trafik	20		
Sol	21		
Vind	22		
Bæredygtighed	24	Design	48
Grønne tage	25	Indledende skitsering	50
0-energi	26	Formsproget	52
Passive systemer	27	Modulerne	54
Aktive systemer	30	Samlinger	56
		Garage	58
		Materialer	60
		Vinduer	62
		Ventilation	64
		Konstruktion	66
		Vurdering	68

Præsentation 70

Situationionsplan 1:1000	72
Matrikelplan C1 1:200	73
Plan C1 1:100	74
1.sal plan C1 1:100	75
Opstalt nord C1 1:100	76
Opstalt øst C1 1:100	77
Opstalt syd C1 1:100	78
Opstalt vestC1 1:100	79
Længdesnit C1 1:200	80

Matrikelplan C11 1:200	81
Plan C11 1:100	82
1 sal plan C11 1:100	83
Opstalt nord C11 1:100	84
Opstalt øst C11 1:100	85
Opstalt syd C11 1:100	86
Opstalt vestC11 1:100	87
Længdesnit C11 1:100	88
Plan C1 med mål 1:100	89

APPENDIX 90

1. VENTILATION	92
2. B-SIM	94
3. BE10	98
4. Vinduesarealer	100

Kildeliste 102

Introduktion

Projektet omhandler designet af boliger til en grund i det sydøstlige Gug, i udkanten af Aalborg. Boligerne er designet ud fra 0-energi princippet. Således er der i projektet fokus på energioptimering af boligen. Det er målet at energiforbruget i selve driften af huset er på et minimalt niveau. Indeklimaet er også en væsentlig del af projektet, da det er en væsentlig forudsætning for at ophold i boligen er behageligt, ydermere er det også et krav i et godt arkitektonisk projekt at indeklimaet er godt. Boligerne er udformet efter ønsket om at skabe et fleksibelt byggeri hvor der designes et grundmodul hvorefter yderligere moduler kan tilkobles hvis der eksempelvis ønskes flere værelser i boligen.

Området der ligger på grænsen mellem naturen og byen, er af kommunen opdelt i to. et "have" område der består af parcelhuse der for hver 6 omkranser et boligtorv i midten, samt et "skov" område der består af punkthuse. Skovområdet omkranser parcelhusområdet mod Sydøst, Nordøst og Nordvest.

Yderligere er temaet for projektdesignet foranderlighed, som kommer til udtryk i det fleksible koncept for boligerne, hvor både bygningens facader, men også i boligens indretning forandres ud fra den enkeltes ønske.

Projektet forløber som en iterativ proces mellem det tekniske perspektiv og de arkitektoniske overvejelser, for at skabe boliger der er udformet ud fra energitekniske overvejelser, men på samme tid tilfører området høj arkitektonisk kvalitet.

Metode

Metoden der er brugt i dette projekt er den "integrerede design proces" (IDP) udviklet af Mary-Ann Knudstrup. Den vil blive anvendt i selve designprocessen samt i opstillingen af den endelige rapport. Essencen af denne metode er den holistiske tilgangsvinkel til bygningsdesignet, hvor viden om arkitektur og ingeniørvidenskab kombineres. Det er her det integrerede design opstår. IDP er en iterativ proces der er inddelt i 5 faser i det følgende afsnit vil de enkelte faser blive beskrevet, for at der kan opnås en større forståelse for den integrerede design proces.

FASE 1: PROBLEMFORMULERING

En beskrivelse af projektets idé eller problem, der forsøges løst.

FASE 2: ANALYSE

Denne fase indeholder alle de analyser der skal laves forud for at skitseringsfasen kan begynde. Her analyseres konteksten med diverse registreringer og mappings samt klimaforhold. Den indeholder også beskrivelser af målgruppen, 0-energi konceptet og de forskellige energimæssige tanker både passive og aktive, der er med projektet. Denne fase vil også indeholde et rumprogram hvor alle kravene til det fremtidige design dokumenteres.

FASE 3: SKITSERING

skitseringsfasen er hvor den arkitektfaglige og den ingeniørfaglige viden kombineres til det integrerede design, således at ønsker og krav til byggeriet bliver indfriet. Denne viden kombineres via tegninger, fysiske og digitale 3D modeller. De producerede forslag analyseres ved hjælp af diverse regneark for at optimere bygningens energiforbrug og drift.

FASE 4: SYNTSE

I denne fase vil bygningen finde sin endelige form og udtryk ud fra de krav der blev stillet tidligere. Yderligere bliver bygningen optimeret og dokumenteret, gennem tilbundsgående udregninger. Dette sikre et byggeri med høj arkitektonisk kvalitet og integrerede tekniske løsninger.

FASE 5 PRÆSENTATION

Dette er den sidste fase af IDP modellen. Her bliver projektet præsenteret således at alle kvaliteterne tydeliggøres og understreger at de opstillede mål og visioner er nået. Afsnittet vil bestå af tekst, diagrammer, planer, snit, opstalter, situationsplaner samt detaljetegninger og beregninger der kan dokumentere de målelige kvaliteter. Til sidst i afsnittet afrundes projektet i en refleksion og konklusion af de brugte metoder.

I IDP bruges der forskellige værktøjer til både design og analyse. Værktøjerne vil variere i forhold til hvilken fase projektet er i da IDP er en iterativ metode. I det nedenstående vil der være en kort beskrivelse af de brugte værktøjer i projektet.

Skitsering på manifold og fysiske modeller bruges i den indledens skitseringsfase til konceptuelle designs.

GOOGLE SKETCHUP bruges som det primære 3D modelleringsværktøj. For at kunne analysere formsprog.

AUTODESK AUTOCAD 2011. Bruges i designfasen til at udforske planløsninger.

ADOBE CREATIVE SUITE 5 bruges til fremstilling af materiale til rapporten.

MÅNEDSMIDDELREGNEARK vil primært blive brugt i analysefasen og den tidlige skitseringsfase. Regnearkene fortæller hvordan energiforbruget influeres af orientation, vindues størrelse osv.

B-SIM bruges til at dokumentere indeklimaet i boligerne i slutningen af projektet. Adskillige parametre indtastes for at lave simuleringer om luftkvalitet, overhedningstimer, temperature, CO₂ niveau osv.

BE10 bruges til at dokumentere energiforbruget i boligerne. Det er her det ses hvis der evt. skal reguleres på byggeriet for at indfri de energimæssige krav der er stillet.



ill. 002 - IDP arbejdsgang

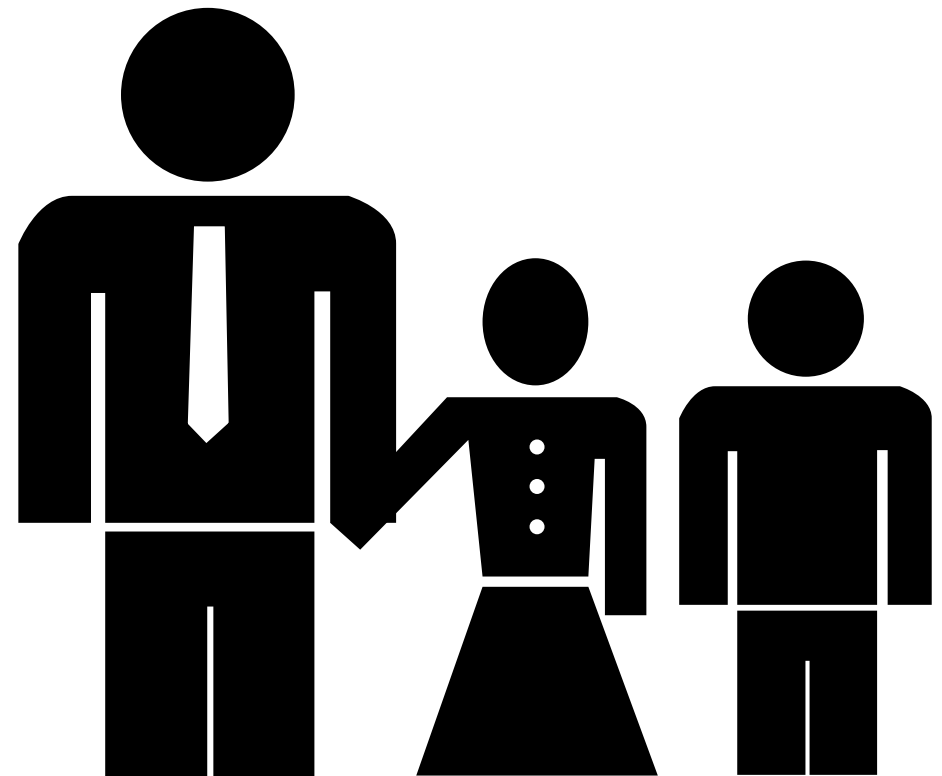
Målgruppe

Der er til projektet valgt en målgruppe, for at give nogle retningslinier i designprocessen for hvilke krav der stilles af denne i forhold til boligens funktionalitet. I det følgende afsnit vil den valgte målgruppe beskrives. Det er målet at boligerne udformes på en sådan måde at det fleksible koncept let kan integreres i boligens form, hvorved boligerne kan tilpasses til en større målgruppe end tilfældet ellers var. Det fleksible koncept er integreret fordi, en gennemsnitlig dansk familie har brug for flere værelser end eksempelvis et par har. Yderligere har familier med 2 eller flere børn brug for en bolig med mange værelser. Oven i dette skal der også tages hensyn til at der er flere og flere skilsmisse familier, hvor børn ofte bor på skift bor ved forældrene, dette giver mange sammenbragte familier, hvor der er brug for endnu flere midlertidige værelser i boligen.

Boligerne vil ud fra det fleksible koncept kunne designes efter forskellige behov, hvor der kan tilvælges ekstra værelser, garage, udhus osv. Derfor er boligernes målgruppe også meget spredt, hvilket betyder at der vil være boliger der passer til alt fra parret uden børn til familier med 3 eller flere børn og det midaldrende par uden hjemmeboende børn. Der er i alle disse tilfælde et forskelligt behov for, boligens størrelse samt antallet af værelser.

Det fleksible koncept gør det lettere for den enkelte familie at skabe deres egen drømmebolig. Hvadenten det betyder at der skal være 5 værelser eller 2 garager er op til den enkelte familier, men der vil i projektet laves forslag til hvordan de forskellige boligsammensætninger kunne se ud.

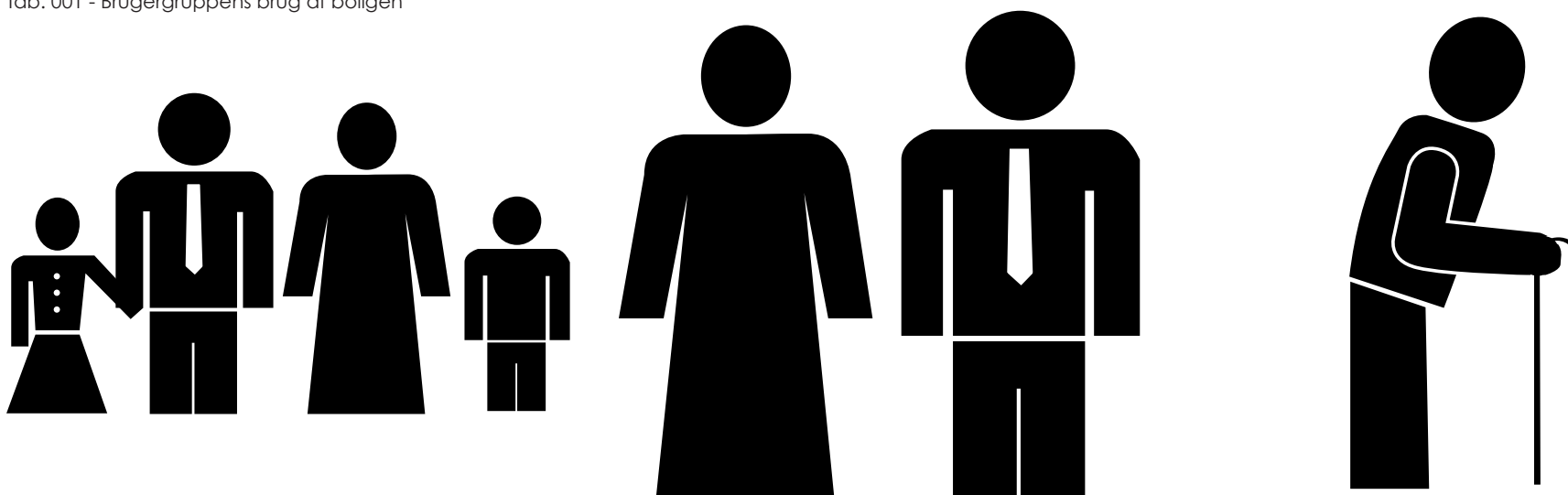
Brugstiden for boligerne er vigtigt når der designes energivenligt da nutidens boliger bliver mere og mere intelligente. Brugeren kan ved brug af computeren eller sågar deres mobiltelefon styre husets lys, opvarmning osv. med denne intelligente styring, er der grundlag for at spare mange penge i el og varme, da systemet hvis det bruges rigtigt sætter huset i dvale i de timer der ikke en nogle hjemme. I tabellen ses den generelle brugstid for de forskellige brugere.



ill. 003 - Brugergruppe

Brugergruppe	Alder	Dagsaktiviteter	Aftenaktiviteter	Udetimer	Indetimer	Antal personer	Støjniveau
Familier	0 - 18 20 - 60	Studie Arbejde	Ingen Fritid	8:00 - 16:00	00:00 - 8:00 16:00 - 24:00	3-5	Medium
Midalderne par	45 - 70	Arbejde Fritid	Fritid	8:00 - 16:00	00:00 - 8:00 16:00 - 24:00	2	Lavt
Ældre	70+	Fritid	Fritid	10:00 - 15:00	00:00 - 10:00 15:00 - 24:00	2	Lavt

Tab. 001 - Brugergruppens brug af boligen



Vision

Visionen for projektet, er at udarbejde et boligområde med fleksible boliger på en grund i Gug. Grunden ligger i udkanten af Gug på grænsen mellem tæt bybebyggelse og den åbne natur mod Lundby bakker.

Kommunens planer for den valgte grund er at opbygge et landskabeligt parcelhuskvarter, der med tiden vil have en karakter med klippede ligusterhække, der afgrænser de græsklædte haver mod syd. Ligeledes skal der etableres boligtorve imellem parcelhusene, således at dette bliver et fælles areal for beborene.

Projektets hovedtema er energi og bæredygtigt design. Dette vil i projektet primært dokumenteres via boligernes energiforbrug ved drift. Boligernes design skal afspejle kravene for 0-energi. Men skal også designes ud fra analyser af hvordan energiforbruget kan holdes på et minimum. Dette kunne blandt andet gøres ved at undersøge og udnytte de naturlige resurser, der er tilstede omkring boligerne. Her ses der både på passive og aktive metoder.

Det primære fokus for energiforbruget vil være for selve boligens drift. Her er det målet at designe en bolig der overholder energikravene fra BR10, således at boligen vil kunne kategoriseres som Lavenergi klasse 2015 uden brug af aktive strategier.

Målet for energiforbruget i boligerne er at de holder kravet om 0-energi. For at opnå dette er det nødvendigt at udnytte både passive og aktive strategier såsom solceller, solfanger og jordvarme. De aktive strategier vil blive undersøgt og anvendt, men det forsøges at holde disse på et minimum i boligerne, da det ønskes at disse står så autentisk som muligt.

Det er i projektet målet, at skabe en bebyggelsesplan af høj arkitektonisk kvalitet. Boligen skal give mulighed for skabelsen af et privat frirum hvor beboerne kan koble af og være sig selv. Samtidig skal fælleskabet mellem de enkelte parcelhuse i klyngen udstilles ved at skabe rum for fælles aktivitet i de anlagte boligtorve mellem boligerne.

Dagslys er et særdeles vigtigt aspekt i designet af de nye boliger. Dagslyset har en utrolig indvirkning på det menneskelige humør og velvære og derfor er det også vigtigt at inddrage dette, som en nødvendig faktor i boligen. Udnyttelsen af dagslyset er et undværligt redskab til skabelsen af bæredygtigt byggeri da det minimere brugen af kunstig belysning og reducerer energiforbruget. Dagslyset er også med til at give rum sjæl, da udtrykket ofte er forskellige afhængig af lysets styrke og farve.

Problemformulering

At skabe 12 fleksible boliger i en bebyggelsesplan, med et forbrug af energi, svarende til 0-energi kravene, uden at dette går ud over den arkitektoniske kvalitet.

Kontekstanalyse

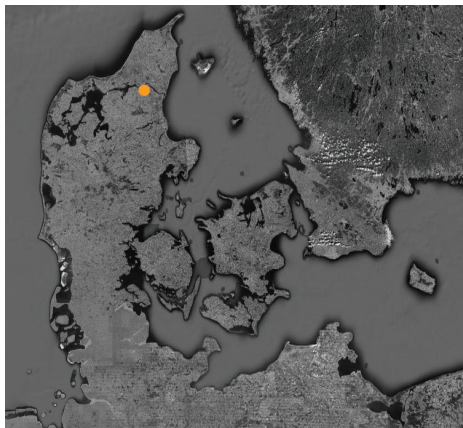
Grunden der arbejdes med i projektet, ligger i udkanten af den sydøstlige del af Gug. Det er arealer der er udstykket til et nyt boligområde af Aalborg kommune, hvor den indledende fase på byggeriet netop er begyndt. Det følgende afsnit vil redegøre for beliggenheden af de bearbejdede grunde samt størrelse og andre hensyn. (oversigtskort over området)

Gug er et område i den sydøstlige del af Aalborg, hvor den vestlige grænse er motorvejen, den østlige grænse går mod universitetet og Gigantium. Mod syd er der landskabelig karakter, hovedsageligt med marker. Mod nord grænser Gug op mod Frydensdals kvarteret der blandt andet huser den gamle eternitfabrik. Gug er en by i byen, hvor der er mange villagrunde. Gug var indtil 1950'erne en lille forstadsby til Aalborg, men på grund af væksten i Aalborgs industri blev opførelsen af Frydenfalskvarteret grunden til at Aalborg og Gug voksede sammen.

Der vil til byggegrundene blive anlagt tre nye veje. Det er på nuværende tidspunkt, kun Kassandravej der er anlagt. Her er der på nuværende tidspunkt bygget på 5-6 af de i alt 29 grunde. Der er på Ikarosvej netop nu gang i ét byggeri, af de i alt 22 grunde da vejen endnu ikke er anlagt. Den tredje vej Elektravej er endnu ikke anlagt.

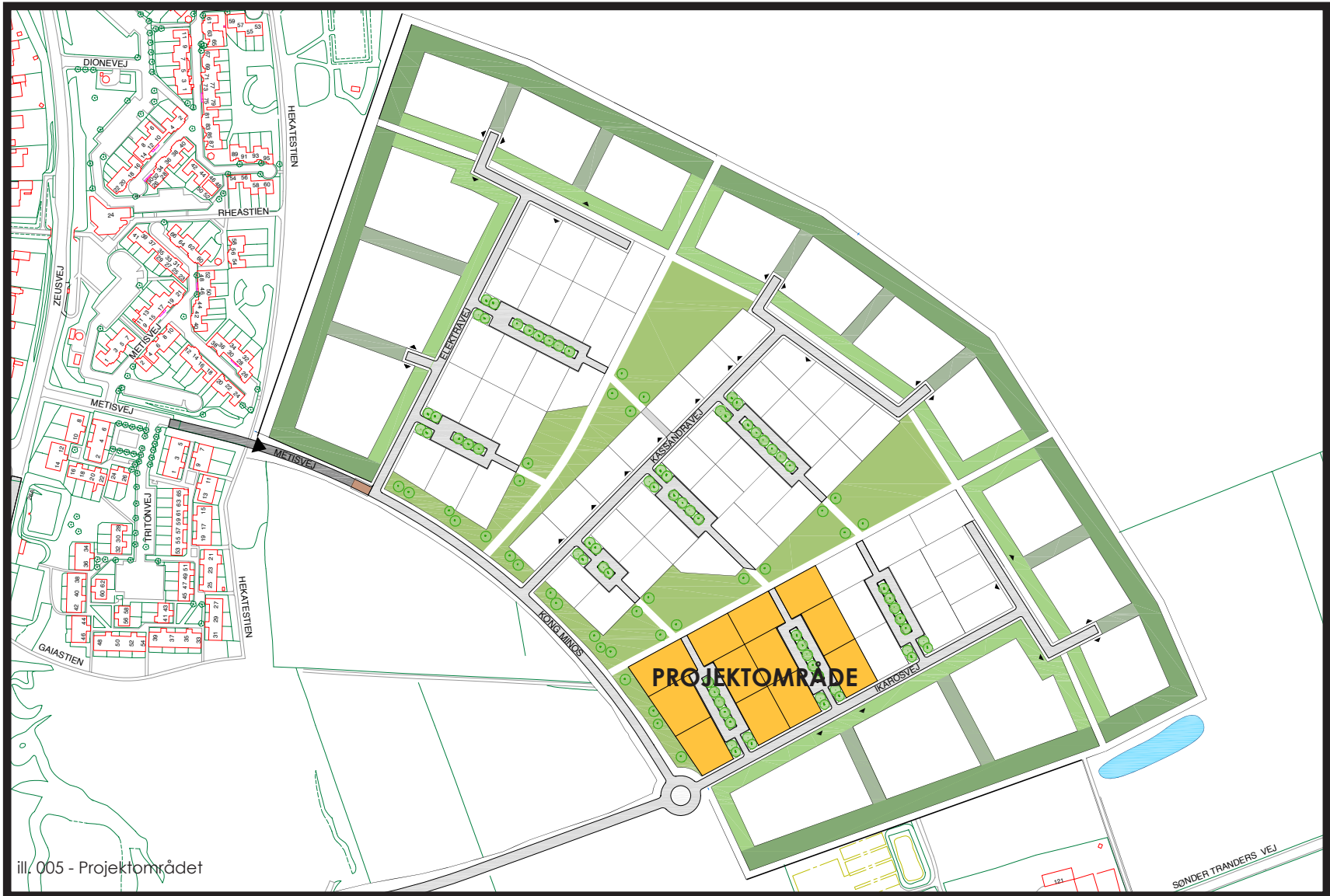
Grundene der arbejdes med i projektet ligger som de første 12 grunde på Ikarosvej mod sydvest, således at projektet omfatter to boligtorve. (Illustration der viser grundene).

Da området ligger i udkanten af byen, har det en speciel kontakt til både den fri natur der ligger mod nord, syd og øst men også til byen hvor diverse stisystemer fører helt ind til Aalborg centrum ca. 5 km. derfra.



ill. 004 - oversigtskort





ill. 005 - Projektområdet

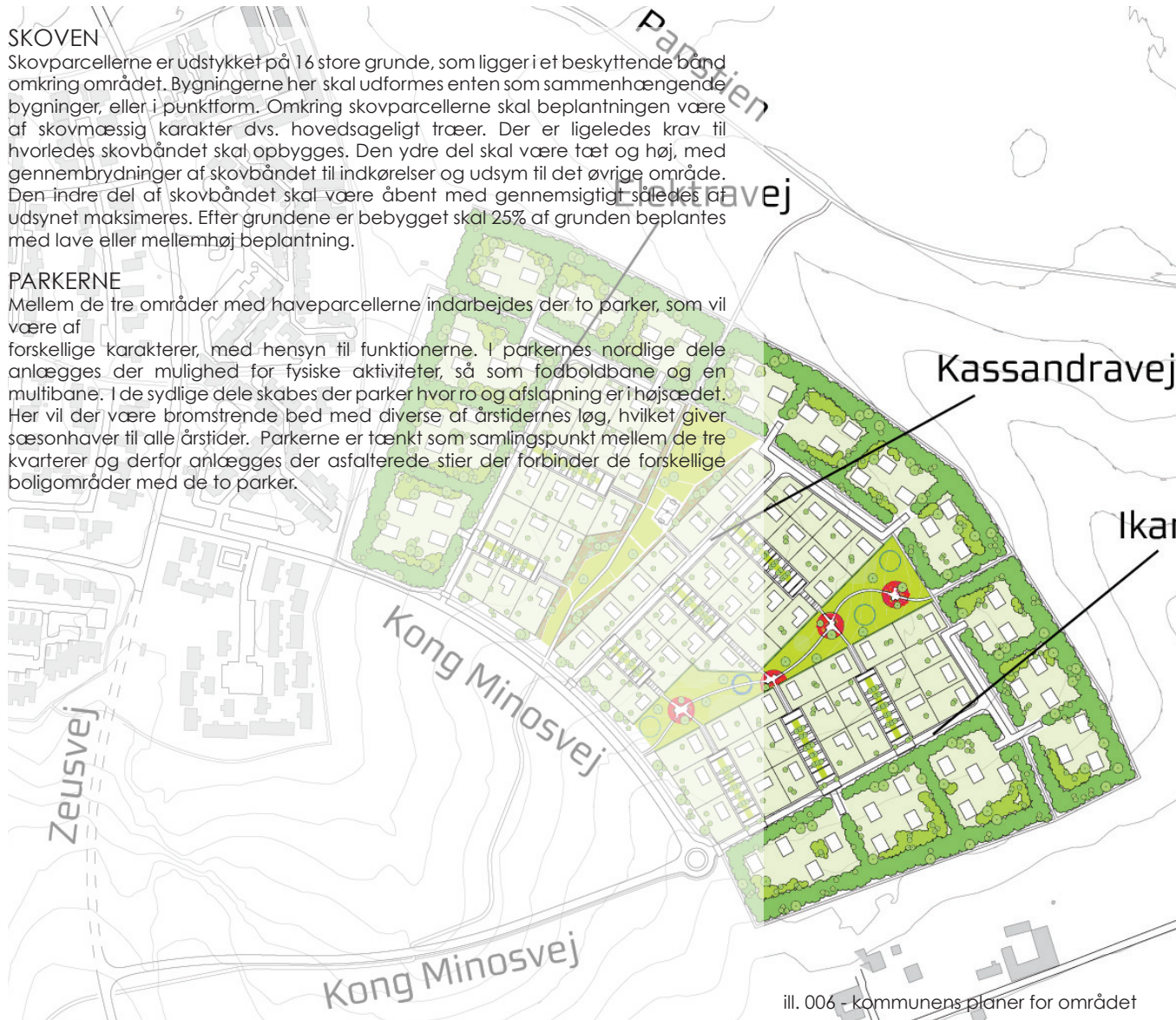
Kommunens planer

SKOVEN

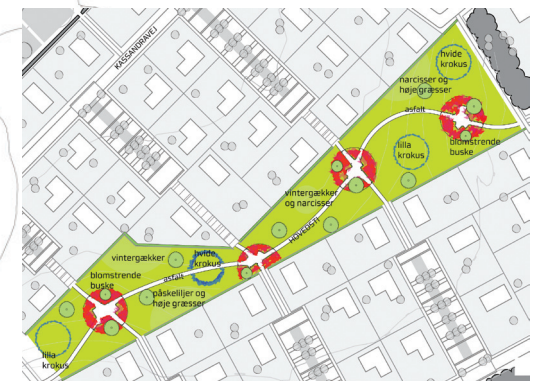
Skovparcellerne er udstykket på 16 store grunde, som ligger i et beskyttende bånd omkring området. Bygningerne her skal udformes enten som sammenhængende bygninger, eller i punktform. Omkring skovparcellerne skal beplantningen være af skovmæssig karakter dvs. hovedsageligt træer. Der er ligeledes krav til hvorledes skovbåndet skal opbygges. Den ydre del skal være tæt og høj, med gennembrydninger af skovbåndet til indkørsler og udsyn til det øvrige område. Den indre del af skovbåndet skal være åbent med gennemsigtigt således at udsynet maksimeres. Efter grundene er bebygget skal 25% af grunden beplantes med lave eller mellemhøj beplantning.

PARKERNE

Mellem de tre områder med haveparcellerne indarbejdes der to parker, som vil være af forskellige karakterer, med hensyn til funktionerne. I parkernes nordlige dele anlægges der mulighed for fysiske aktiviteter, så som fodboldbane og en multibane. I de sydlige dele skabes der parker hvor ro og afslapning er i højsædet. Her vil der være blomstrende bed med diverse af årstidernes løg, hvilket giver sæsonhaver til alle årstider. Parkerne er tænkt som samlingspunkt mellem de tre kvarterer og derfor anlægges der asfalterede stier der forbinder de forskellige boligområder med de to parker.



ill. 007 - Den nordlige park i området



ill. 008 - Den sydlige park i området

ill. 006 - kommunens planer for området

HAYERNE

Haverne udgør det tilhørende udeareal for parcelhusene. De skal indrettes med græsplaner omgivet af hække. Det er målet at haverne bliver indrettet med duftende blomsterbede, små blomstrede træer og buske. Bebyggelsen og beplantningen vil i skala være mindre end skovparcellerne, med en bebyggelse på 1-2 etager.

TORVENE

Ud over parkerne vil der imellem haveparcellerne være torve, der udformes som store opholdsarealer. Der vil være ét torv for ca. hver 6 parcel. Torvene er indrettet således at de enten benyttes til gæsteparkering eller til ophold. Derfor er der ikke en synlig adskillelse mellem kørebane og opholdsarealerne.



ill. 009 - Boligtorvene

BYGGEFELTET

Grundene der i projektet bearbejdes er markeret med orange på ill. XX, som er en del af haveparcellerne. Disse grunde skal udformes som åben-lav bebyggelse, med 1-2 etager. Boligerne skal for de valgte grunde fremstå i grå- eller hvidmalede tunge materialer, såsom beton eller tegl. Parcellerne må ikke overstige en facadehøjde over terræn på 5 meter samt en bygningshøjde over 7 meter. Byggeriet skal placeres mindst 5 meter fra adgangsvej og bebyggelsesprocenten må ikke overstige 25 %.



ill. 010 - De valgte matrikler

Kontekstanalyse

Materialer

I designvejledningen, er de materialer der skal anvendes til boligerne defineret ud fra hvilken parcel boligen ligger på. I dette projekts tilfælde ligger parcelerne i området hvor der hovedsageligt skal bruges tunge materialer. Ydervægge, kviste, udhuse og garager skal fremstå som grå eller hvidmalede, hvor hovedparten af ydervæggene skal fremstå som tunge materialer såsom tegl, beton eller lignende. Mindre partier i facaden må konstrueres med træ eller pladematerialer.

Tagene i parcelhusområdet må kun beklædes med ikke reflekterende sort eller grå tagbeklædning. Taghældningen må højst være 30° og saddeltage må ikke udføres med valmede gavle.

Da dette projekt tager udgangspunkt i at skabe 0-energi boliger vil disse materialer være vejledende, da der i projektet skal tages hensyn til hvilke byggematerialer der er mest hensigtsmæssige i forhold til netop dette mål.



ill. 011 - Træbeklædning



ill. 013 - Hvidpudset facade



ill. 012 - Facadeplader



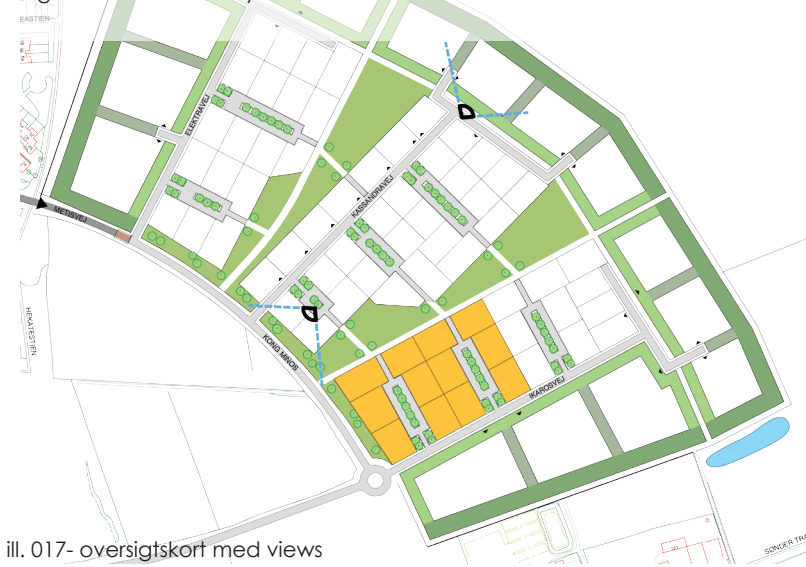
ill. 014 - Muret facade

Nærområdet

Som det ses på oversigtskortet er grunden placeret i periferien af Aalborg, alligevel er der kun ca. 5 km. ind til centrum, og de aktiviteter denne indeholder. Det gør disse grunde særdeles attraktive, for familien der gerne vil være tæt på bylivet men alligevel være langt væk fra trafik og larm. Nærområdet har alle de funktioner der er nødvendige for alle aldersgrupper. Der er mange indkøbsmuligheder i kort afstand fra grunden, ligeledes er der skole, fritidsinstitutioner, idrætshaller med mere. De store vider med natur giver en meget afslappet stemning til boligkvarteret. Det indbyder til udeaktiviteter.



ill. 015 - view fra Kassandravej mod Da Vinci Parken



ill. 017- oversigtskort med views



ill. 016 - view fra Kassandravej mod syd

Kontekstanalyse

Trafik

Adgangen til området foregår fremtiden enten fra Matisvej der løber ud i Kong Minos vej i den vestlige del eller fra Kong Minos vej der starter ved Zeusvej også i Vest. Fra Kong Minos Vej er der tre sideveje der leder ind til boligområderne. Dette er Elektravej længst mod vest, Kassandravej i midten og Ikarosvej i øst. Derfor er trafikken i området meget begrænset og uden tilførelse af den hårde trafik der løber via Sønder Tranders vej syd for området. Trafikken i området er derfor kun fra områdets beboere og deres gæster. Dette gør området til et sikkert og børnevenligt sted. Med de nye parker imellem parcelhusene udvides et allerede eksisterende stisystemer, der forbinder alle områderne. Ikke kun i selve boligkvarteret men også rundt omkring, således skabes der via stisystemerne en direkte forbindelse helt ind til Aalborg centrum.



ill. 018 - Trafikårene for hårde og bløde trafikanter

Sol

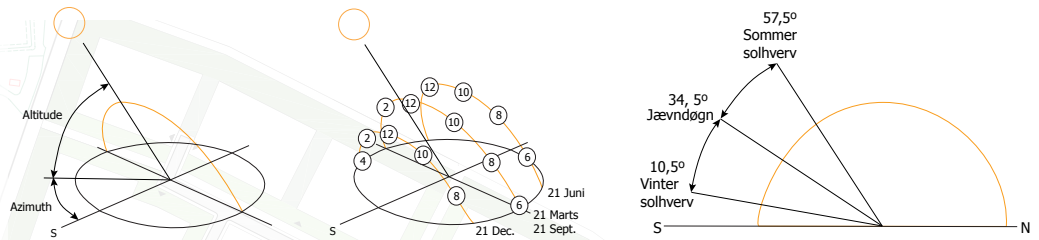
Som det ses af diagrammet ligger de forskellige grunde optimalt i forhold til at udnytte solen bedst muligt. Den eneste ulempe ved denne placering er at de grunde der ligger langs Ikarosvej, modtager skygge af skovbrynet på den anden side af vejen.

Det direkte sollys er et vigtigt designparameter i nutidens huse, da det oftest er det parameter der er mest sikkert i en designproces. Sollyset i sig selv er en forudsigelig faktor der skal tages hensyn til, men det interessante ved den direkte sol er at forskellige faktorer, deriblandt skyer gør den utilregnelig i dens færd mod jorden. Skyerne gør det umuligt at forudsige med hvilken intensitet og styrke sollyset vil ramme jorden.

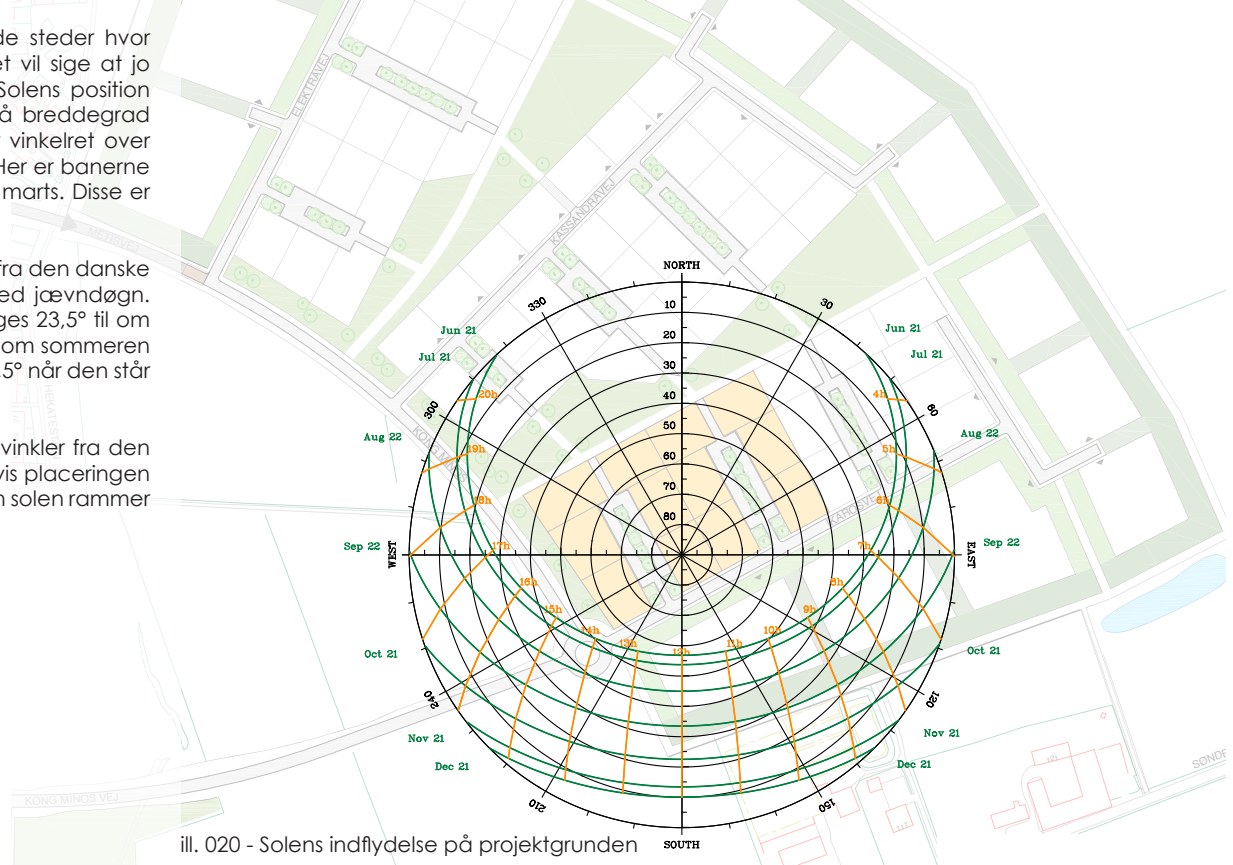
Hvis der ses på solens intensitet vil den altid være højest på de steder hvor strålingen rammer jorden vinkelret. Her er solens linie kortest. Det vil sige at jo lavere solen står på himlen, jo lavere vil dens intensitet være. Solens position på himlen er bestemt efter breddegraderne. Danmark ligger på breddegrad 56° . Hvilket vil sige at solen, med denne placering aldrig vil stå vinkelret over Danmark. Solens bane i Danmark er illustreret på soldiagrammet. Her er banerne defineret ud fra 3 datoer. Den 21. Juni, 21. december og den 21. marts. Disse er udvalgt for henholdsvis sommeren, vinteren og jævndøgn.

For at beregne solens position skal solens position ved 90° trækkes fra den danske breddegrad (56°), altså $90^\circ - 56^\circ = 34^\circ$. Dette er solens position ved jævndøgn. For at beregne solens position for sommer og vinter skal der lægges $23,5^\circ$ til om sommeren og trækkes $23,5^\circ$ fra om vinteren. Det betyder at solen om sommeren står i en vinkel på $57,5^\circ$ mens den om vinteren står i en vinkel på $10,5^\circ$ når den står højest på himlen.

På illustration ses det også at solen kl. 12 står på de udregnede vinkler fra den ovenstående udregning. Dette diagram anvendes når eksempelvis placeringen af en bygning skal fastlægges, her kan der tages højde for hvordan solen rammer grunden på forskellige tidspunkter af dagen og året.



ill. 019 - Solens bane og vinkel på himmelen



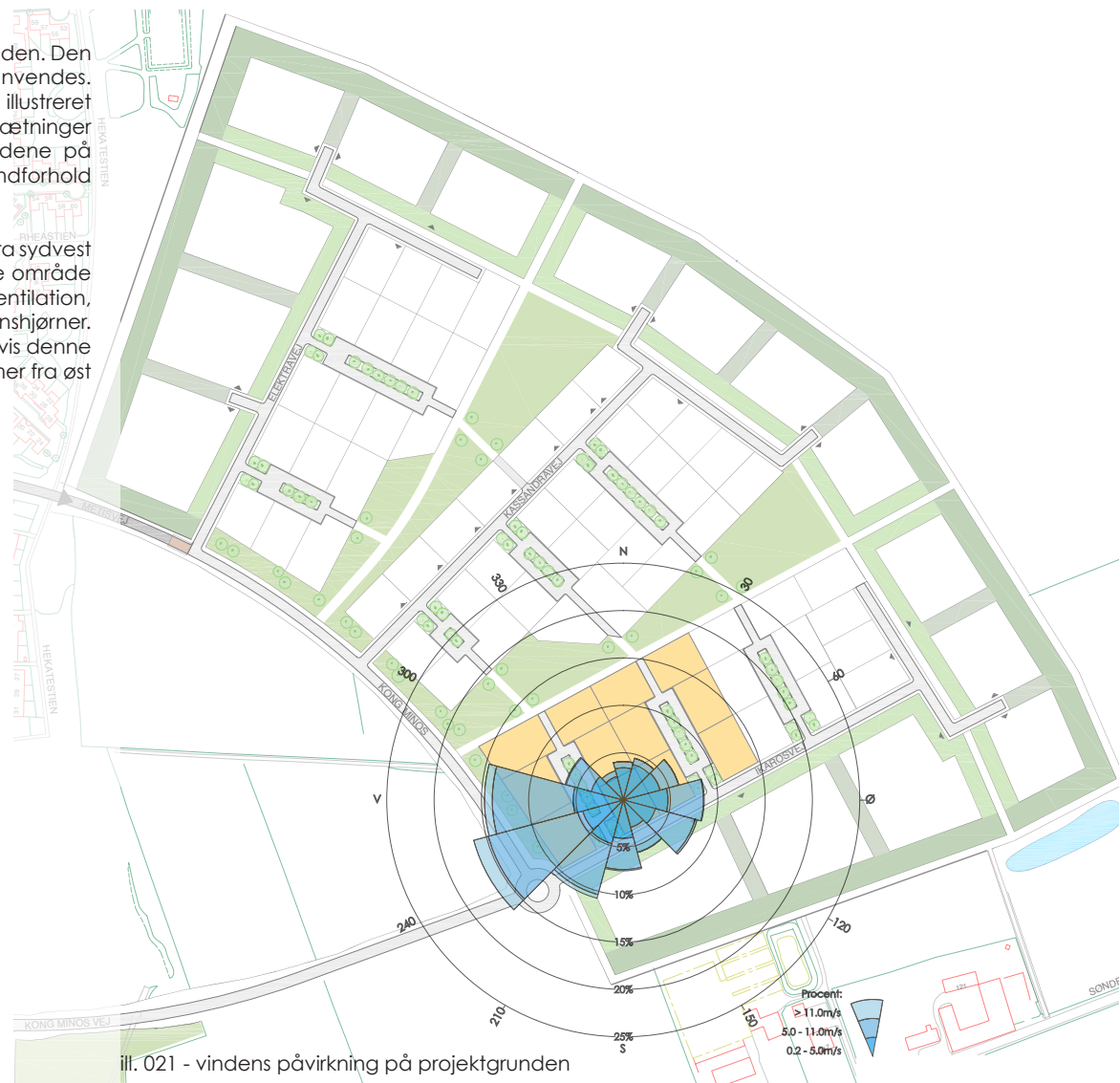
ill. 020 - Solens indflydelse på projektgrunden

Vind

VIND

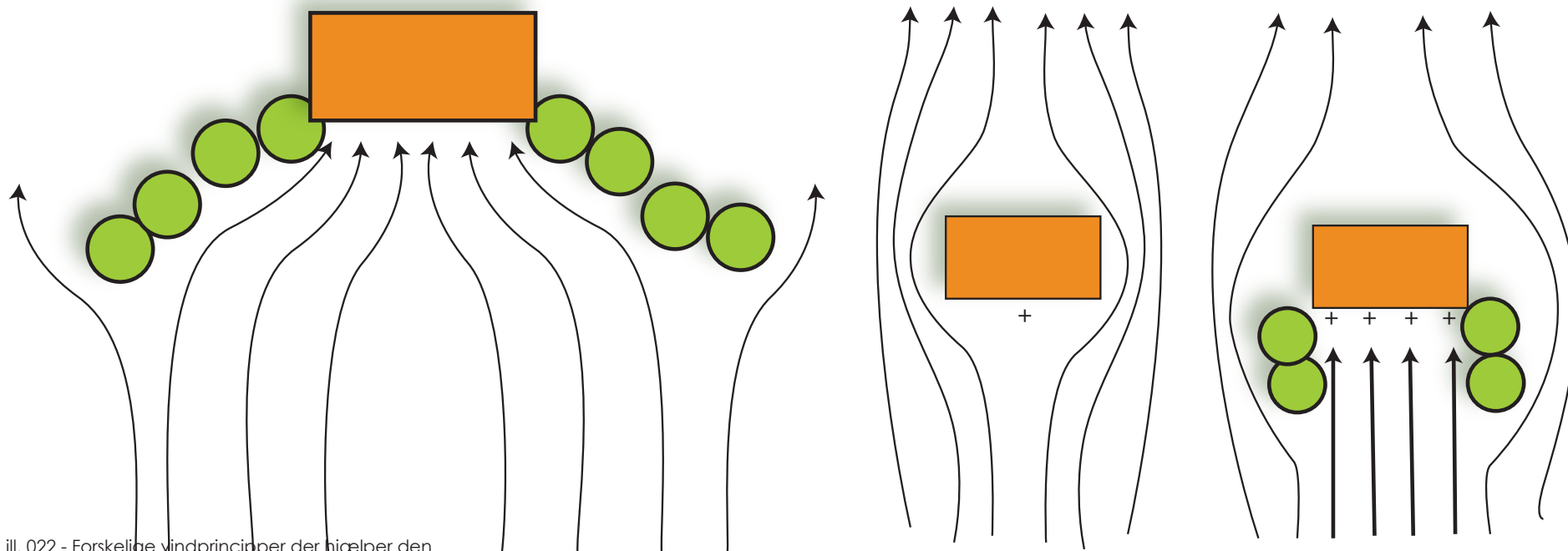
En anden faktor der også har stor betydning for boligens indeklima er vinden. Den har eksempelvis afgørende effekt på hvilket ventilationsprincip der kan anvendes. I det følgende afsnit vil vindforholdet i området illustreres. Det vil blive illustreret hvorledes der med fordel kan designes efter vinden for at skabe forudsætninger for et godt indeklima og udeareal. For at dokumentere vindforholdene på grunden, er der udarbejdet en vindrose der viser de gennemsnitlige vindforhold i Aalborg i løbet af et år.

Det ses på vindrosen at den stærke vind på over 5 m/s primært kommer fra sydvest og vest. Derfor er det også nødvendigt at lave en afskærmning i dette område da en for stærk direkte vind vil have en negativ effekt på den naturlige ventilation, i form af træk. De mildere vinde under 5 m/s, kommer fra alle verdenshjørner. Den styrke vinden har her er ikke skadelig for den naturlige ventilation hvis denne vælges til boligen. Det er dog tendensen at den kolde vintervind kommer fra øst og nord. Derfor skal dette også med i overvejelserne i designet.



VIND OG BEPLANTNING

Med tanke på det kommende ventilationssystem, kan det være en fordel at skærme lidt af for den direkte vind. Derfor er der en række strategier, der kan anvendes til at skærme eller lede vinden ind til boligen. Hvis vinden møder beplantning der er tæt både i top og bund fungerer dette som et læhegn der leder vinden over beplantningen og over boligen. Hvis der derimod er tæt i toppen men forholdsvis åbent i bunden vil vinden ledes dels over beplantningen men også igennem den, med en reduktion i hastigheden til følge. Det er altså mulig et dæmpe vindens hastighed ved at placere beplantningen strategisk i forhold til vindretningen. På illustrationerne ses der hvordan beplantning enten kan fungere som en afskærmende faktor eller have en trakteeffekt der leder vinden direkte ind til bygningen. Den afskærmende effekt er selvfølgelig størst i sommermånederne da der her er blade på træerne. I vintermånederne vil de ikke have den store effekt.



ill. 022 - Forskellige vindprincipper der hjælper den naturlige ventilation i boligen

Bæredygtighed

Det er i projektet vigtigt at fokusere på den bæredygtige tanke. Bæredygtighed er på alles læber i øjeblikket, dels fordi stigningen i CO₂-emissionen er kontinuerligt stigende, hvilket på sigt vil resultere i en ændring af klimaet. For lavtliggende lande som Danmark kan det godt have katastrofale følger. Arkitekturen har utvivlsomt en effekt på dette. Det antages, at konstruktioner og dagligt energiforbrug i bygninger er ansvarlige for cirka halvdelen af de drivhusgasser der siver ud i atmosfæren i dag [The Sustainable City, 01:40]. Derfor er det nødvendigt at være innovative i planlægningen, udformningen og opførelsen af bæredygtige bygninger. Formålet med dette er at minimere udledningen af drivhusgasser i både byggeri, men endnu vigtigere i selve brugen af bygningen. Udtrykket »bæredygtig« kan inddeles i tre forskellige aspekter: den økonomiske, den sociale og den miljømæssige bæredygtighed. Kombinationen af disse er den fulde bæredygtig tanke.

Økonomisk bæredygtighed

Lokalt handler økonomisk bæredygtig arkitektur om at sikre omkostninger, både i den indledende fase af et byggeri, men også at sikre byggeriets løbende omkostninger, såsom vedligeholdelse. Det er lige så vigtigt at holde holdbarhed og vedligeholdelse af bygningen in mente for at undgå unødvendige ekstraomkostninger i fremtiden. Økonomisk bæredygtighed handler for producenter af byggematerialer også om at være konkurrencedygtig på verdensmarkedet. Produkter, der er for dyre, er ikke holdbare løsninger, selv om de måske er de mest miljøvenlige, da de skal konkurrerer med lignende produkter som måske ikke har samme kvalitet men som er billigere.

Social bæredygtighed

Social bæredygtighed defineres som værende bæredygtighed der opfylder de sociale og kulturelle behov for mennesker, og dermed give en komfortabel levestandard. Folk ønsker så høj en levestandard som muligt, og dette skal opnås, uden at udnytte de naturlige ressourcer. Nye bygninger skal tilpasses den lokale kultur og dens idé om komfort, hvilket betyder, at det skal imødekomme behovene fra brugergruppen samt at være opmærksom på fremtidens udvikling for at opnå social bæredygtighed.

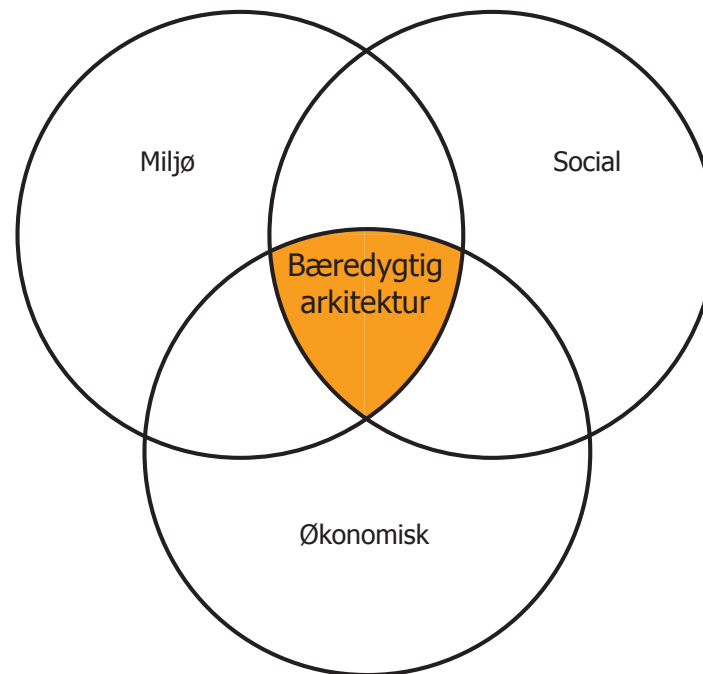
Miljømæssig bæredygtighed

Bæredygtighed handler også om miljøspørgsmål, som støtter økosystemet og bruge færre naturressourcer. Her er målet at minimere brugen af ikke-vedvarende ressourcer - især med henblik på reducere af energiforbruget i bygninger, samt at fremme af brugen af vedvarende energikilder som vind, sol, geotermisk energi og biomasse.

Det driftsmæssige energiforbrug står for størstedelen af det samlede energiforbrug og miljøpåvirkning, hvilket gør at fokus i dette projekt bliver at minimere energiforbruget således det overholder 0-energi kravet.

Bæredygtig arkitektur

Det vigtigste mål for en bæredygtig bygning er at tilbyde brugerne mulighed for et anstændigt hjem og at fremme social samhørighed, trivsel og selvstændighed blandt brugerne. Bæredygtige boliger skal sikre en bedre livskvalitet og kombinere beskyttelse af miljøet, økonomisk vækst og social fremgang. Det er vigtigt, at alle de teknologiske aspekter, der hjælper til en mere miljømæssigt bæredygtig bygning, ikke påvirker den oplevede kvalitet af en bygning. Arkitektur har potentialet til at fungere, ikke kun på en mere bæredygtig måde, men også at sende et signal om bæredygtighed. Arkitekter skal deltage i design og udvikling af nye socialt bevidste og øko-venlige bygninger for at tilskynde udviklere til at foretrække bæredygtigt design af æstetiske grunde. I forhold til indeklimaet, er det vigtigt at tilpasse bæredygtighed på en sådan måde, at brugerne får en fornemmelse af fristed, skønhed og miljømæssige forsvarlighed, mens det stadig giver meget energieffektive løsninger.



ill. 023 - Den bæredygtige tanke

Grønne tage

GRØNNE TAGE

For at understrege det grønne aspekt af boligerne kunne det være interessant at arbejde med grønne tage. Disse er i høj grad et led i den bæredygtige tanke hvorfra dette projekt udspringer. De grønne tage er ud over at være en meget gammel taglægnings metode også særdeles effektive til at isolere. Der findes 2 typer af grønne tage. Den intensive og den ekstensive. Forskellen på de to er baseret på tykkelse og på hvilken plantetype de indeholder. Det intensive tag er et tag der egner sig til planter med dyb fæstning. Altså træer og buske osv. Det ekstensive tag er det mest normale af de grønne tage da dette har et forholdsvis tyndt dæklag. Her er den typiske beplantning græs og små blomstrende planter. Det er denne type tag der menes når der i projektet omtales grønne tage.

Fordele ved grønne tage kontra almindelige tager er mange.

- Levetiden på et grønt tag er længere.
 - Regnvandsopsamling.
 - Energiomkostningerne minimeres.
 - Etableringsomkostningerne minimeres over tid.
- (Snodgrass, 2010)**

Der er fra de danske kommuners side, ekstra opmærksomhed på denne type tage. Grunden til

dette er at grønne tage i byerne er med til at give byen en mere grøn profil. Derudover er græstage gode i forhold til miljøbelastningen, da disse gennem fotosyntese kan optage mængder af allerede udledt CO₂, og omdanne det til damp. (Smith, 2005). En anden fordel ved græstage er at de optager store mængder af det regnvand der lander på taget. Det er ikke så godt hvis regnvandet skal genanvendes, men derimod er det en god aflastning på kloaksystemet.

Ud fra en økonomisk synsvinkel er denne type tag også fordelagtig, da vedligeholdelsen er minimal, og levetiden er eftersigende dobbelt så lang som øvrige tagbelægnings. Ved at anvende grønne tage er det også muligt at anvende taget som en forhøjet terrasse der ellers ikke kunne anvendes.

Grønne tage er ud fra de nævnte fordele, et meget godt alternativ til det fra kommunens side ønskede tag



ill. 024 - Grønt tag på 8-tallet af B.I.G. i Ørestaden

0-Energi

Et 0-energi hus er "energinutralt". Dette betyder at et 0-energihus er selvforsynende, når det gælder husets energiforbrug. Det generere altså ved hjælp af passive og aktive strategier, den energi der er brug for på årlig basis. I realiteten er huset koblet på el-nettet, hvor det i perioder modtager energi fra dette. I andre perioder generere det mere energi end det kan bruge. Det overskydende energi sendes ud på el-nettet, hvor andre brugere får gavn af det. Dette sker fordi vedvarende energi ofte er sæsonbestemt.

KRAV

I skabelsen af et 0-energi hus, er kravet at energiforbruget er 0 kWh/m² pr. år. For at kunne opnå dette anbefales det at overholde standarden for det tyske huskoncept Passivhaus. Passivhaus konceptet er baseret på at reducere omkostningerne gennem energieffektivt design. Energiforbruget for et typisk hus i et koldt klima, er stigende i de kolde måneder af året. Derfor er det vigtigt at optimere konstruktionen, således at energiforbruget til opvarmning i vintermånederne og køling i sommermånederne mindskes.

Passivhaus konceptet er baseret på kompakte bygningsforme, isolering af klimaskærmen med energieffektive vinduer i en lufttæt konstruktion. Ligeledes er varmegenvinding, passiv solvarme og sydligt orienterede vinduer med mulighed for afskærmning, aspekter der er særdeles vigtige i designet af et godt fungerende passivhaus.

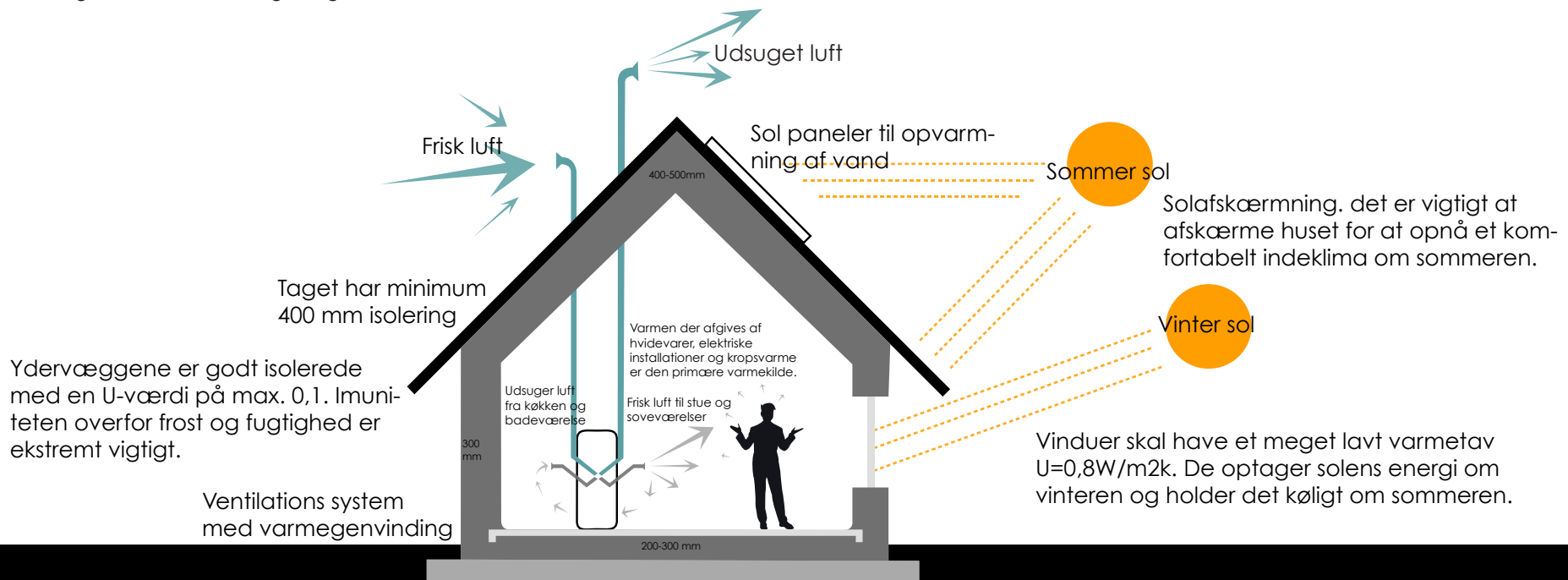
Kravenen for et passivhaus er følgende

Rumvarmebehov: Maks. 15 kWh/m² pr. år

Samlet primært energibehov Maks.: 120 kWh/m² pr. år

Lufttæthed: maks. 0,6 h-1

for at opnå 0-energi tilføjes der aktive systemer til yderligere reducere af energiforbruget.



ill. 025 - De vigtige virkemidler i et 0-energi hus

Passive systemer

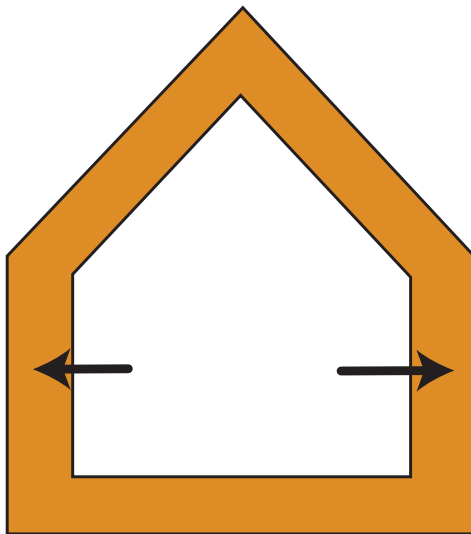
Som skrevet ovenfor er der også passive systemer til udnyttelse af vedvarende energi. De vil blive beskrevet i det nedenstående.

TERMISK MASSE

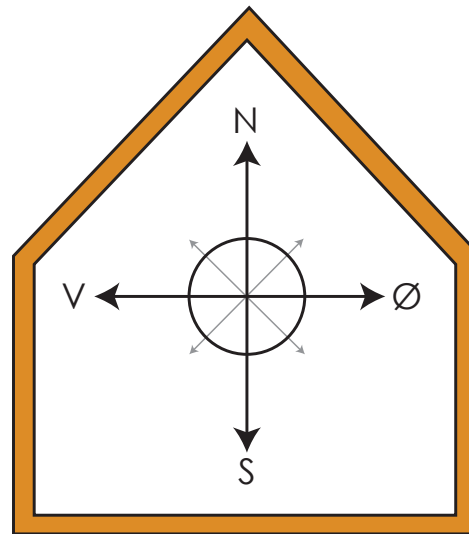
Ved termisk masse forstås at der bruges materialer, der kan akkumulere varme eller kulde. Det er tunge materialer, som beton og sten specielt gode til, da de er længere tid om at blive varmet op end lette materialer, som træ og gips. De er derfor også længere tid om at afgive varmen igen. Derfor vil tunge materialer bidrage til at stabilisere indetemperaturen og derved skabe et bedre indeklima.

ORIENTERING

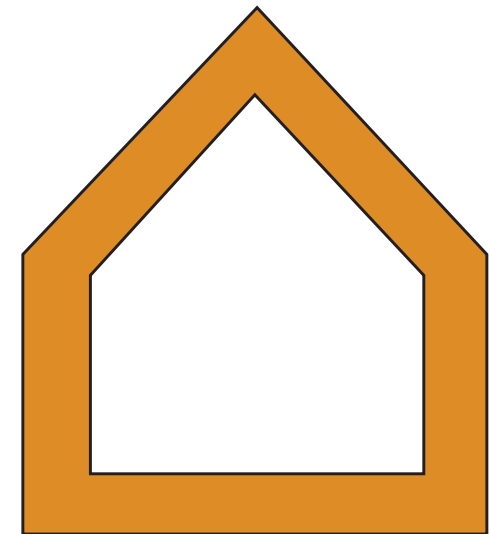
Vinduernes orientering i en energivenlig bolig er særdeles vigtige. Vinduerne skal primært være sydvendte, da det er her den største andel af sollyset er set over hele dagen. De øst- og vestvendte vinduer skal designes med omhu, da disse placeringer, vil modtage morgen og eftermiddagssol. Dette kan skabe overophedning i de udsatte rum i sommerperioden, hvilket er uensigtsmæssigt. Det er ligeledes vigtigt at tage højde for de skygger, der er på grunden, da dette vil have indflydelse på den varme der tilføres boligen.



ill. 026 - Termisk masse



ill. 027 - Orientering



ill. 028 - U-værdi

U-VÆRDIER

Boligens konstruktioner er alle defineret, ud fra bygningsreglementets krav om isoleringsevne. Definitionen for denne er U-værdien, den angiver, hvor stor en energimængde, målt i Wh, der i løbet af en time passerer gennem 1 m² af konstruktionen, når temperaturforskellen mellem den indvendige og udvendige flade er 1°C. Den beskriver altså bygningsselementernes evne til at forhindre varmetab. U-værdien skal være så lav som muligt, da en lav U-værdi har en bedre isoleringsevne end en høj U-værdi.

Der er i BR10 angivet hvor stor U-værdi der må være i et specifikt byggeri. Dvs. at der for en almindeligt byggeri er andre værdier end der er for en lavenergi bygning. I dette projekt arbejdes der med lavenergi byggeri, derfor er de følgende værdier også det.

Ydervæggen U-værdi i BR10 er på 0,2 W/m²K, hvilket svarede til en isoleringstykkel på 20 cm. Dette er dog en maks værdi. I dette projekt skal værdien ligge på omkring 0,1 W/m²K. Den opnås ved at øge isolationstykkel med 25 cm således at isoleringstykkel er 45 cm. Denne U-værdi er også nær den maksimale, da yderligere reduktion ikke har så stor effekt på energiforbruget. (Marsh 2006, s.46)

Vinduernes U-værdi er også særdeles vigtige for boligens energiforbrug. Derfor er det en fordel at have dette i overvejelserne når boligen designes. Det er energimæssigt bedre at have få store vinduer uden sprosser end flere små vinduer, eks. Dannebrogsvinduer, da vinduesrammens isoleringsevne er dårligere end glassets. Vinduers U-værdi kan have et ret stort spring, da det er afhængig af dels hvor mange lag glas der er, hvor stor rammen er, og deres isoleringsevner. Der er for lavenergi byggeri en grænse på 0,8 W/m²K (Brunsgaard 2010, s. 196) Vinduets samlede U-værdi er betegnet U_w, den er produktet af ruden U-værdi U_g og karmens U-værdi U_f. En anden værdi der er vigtig når der ses på vinduer er ruden g_v-værdi. Denne værdi skal mindst være 0,5. Den repræsenterer glassets soltransmittans.

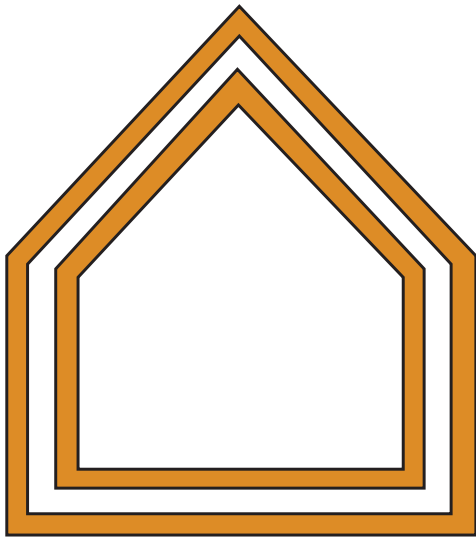
Passive systemer

KULDEBROER

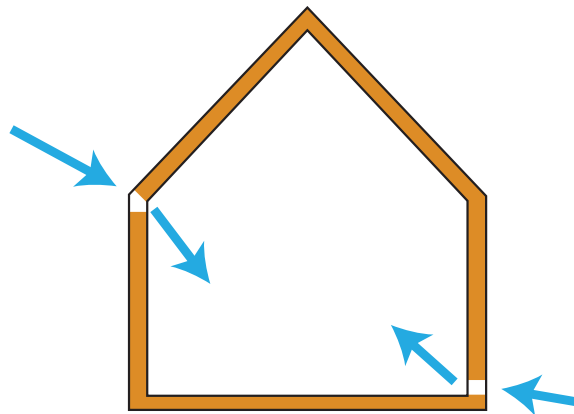
Mindskningen af kuldebroer i konstruktionen er særdeles vigtigt i alle byggerier, da dette vil kunne ses på energi og varmekonsumet. En stor del af de kuldebroer der ses i de fleste boliger kan findes i samlinger omkring vinduer og døre. Derfor er det vigtigt at disse placeres i isolationslaget, i stedet for i yder- eller indermuren. En bolig med en kuldebrofri løsning har et linietab på under 0,01 W/mK. I designet skal det være muligt at illustrere isoleringen med marker uden at den bryder klimaskærmen. På den måde laves der løsninger hvor isoleringslaget er én kontinuerlig ubrudt linie. (Brunsgaard 2010, s. 154-155)

TÆTHED

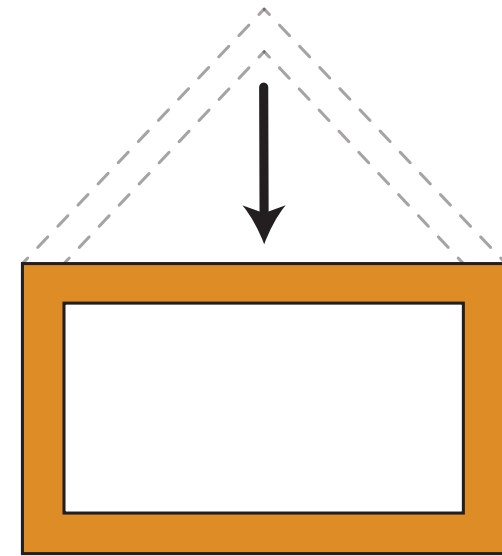
Tætheden af en bygning, refererer til de utætheder der omkring samlinger. Disse skal minimeres da det ellers vil forårsage et unødigt varmetab. (Brunsgaard 2010, s. 205)



ill. 029 - Kuldebroer



ill. 030 - Tæthed



ill. 031 - Kompakthed

KOMPAKTHED

Formålet med denne undersøgelse er at finde ud af sammenhængen mellem energiforbruget, rumhøjden samt volumen.

Undersøgelsen er lavet ved hjælp af et månedsmiddelregneark. Det genererer værdier for intern varmelast, ventilation og anden bygningskarakteristika. Disse opnås ved at indtaste U-værdier for konstruktion, vinduer, osv i regnearket. Vigtigheden af de faktiske tal er ikke så vigtigt, det er derimod den sammenligning der kan laves mellem de testede former. Dette kan kun gøres hvis de indtastede informationer er ens for alle de testede former.

Der er testet 5 forskellige former, hvor en af dem vil blive kaldt grundformen. Den måler 10m x 10m og har en rumhøjde på 2,5m.

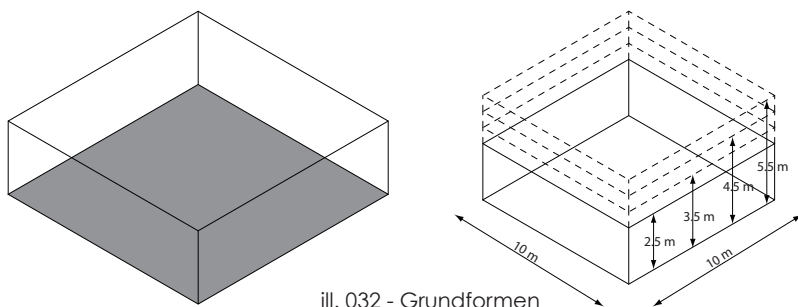
Rumhøjde

Dette eksperiment undersøger hvilken effekt en forøgelse af rumhøjden har på kompaktheden og energiforbruget. Grundformen vil blive testet med 2,5m, 3,5m, 4,5m og 5,5m. for at inkludere faktoren overophedning indsættes der 4 m² vinduer i hver facade.

Resultatet viser at den øgede rumhøjde giver et øget energiforbrug, på grund af de højere varmekrav og det er selvom at kølingsbehovet bliver mindre des større rummet er. Dette er fordi der med den større rumhøjde følger mere luft med. Den ekstra mængde luft er med til at minimere overophedningen.

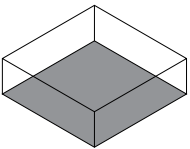
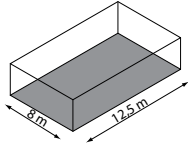
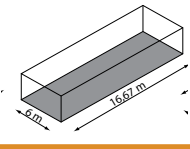
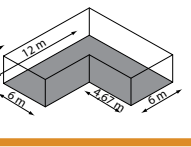
Længde bredde relation

I dette eksperiment bliver relationen mellem længden og bredden af en bygning undersøgt, med henblik på energiforbruget. Forsøget udføres med en sammenligning af grundformen og 4 andre former. Som resultatet viser er grundformen den mest hensigtsmæssige i forhold til energiforbruget. Denne undersøgelse er udelukkende lavet for at udstille forholdet mellem længde og bredde i den fremtidige designfase. Derfor er det ikke nødvendigvis en kvadratisk form der vælges som det endelige design selvom denne i undersøgelsen er den mest energieffektive.



ill. 032 - Grundformen

Rumhøjde (m)	Total højde inkl. gulv og loft (m)	Areal (m ²)	Volumen (m ³)	Kompakthed overflade til gulv ratio	Energi til opvarmning (kWh/m ² pr år)	Energi til køling (kWh/m ² pr. år)	Total energiforbrug (kWh/m ² pr år)
2,5	3,5	100	250	3,4:1	20,9	14,0	34,9
3,5	4,5	100	350	3,8:1	24,1	12,0	36,6
4,5	5,5	100	450	4,2:1	27,4	11,3	38,7
5,5	6,5	100	550	4,6:1	30,8	10,2	41,0

	Højde (m)	Areal (m ²)	Kompakthed	Energiforbrug (kWh/m ² pr. år)
	3,5	100	3,4:1	34,9
	3,5	100	3,435:1	35,0
	3,5	100	3,587:1	35,7
	3,5	100	3,857:1	38,9

Tab. 002 - Kompakthed

Aktive systemer

Da der som tidligere nævnt er passive systemer er der selvfølgelig også aktive systemer til nedbringelse af energiforbruget. De aktive systemer der vil blive beskrevet er solceller og solvarmere samt jordvarme.

SOLCELLER

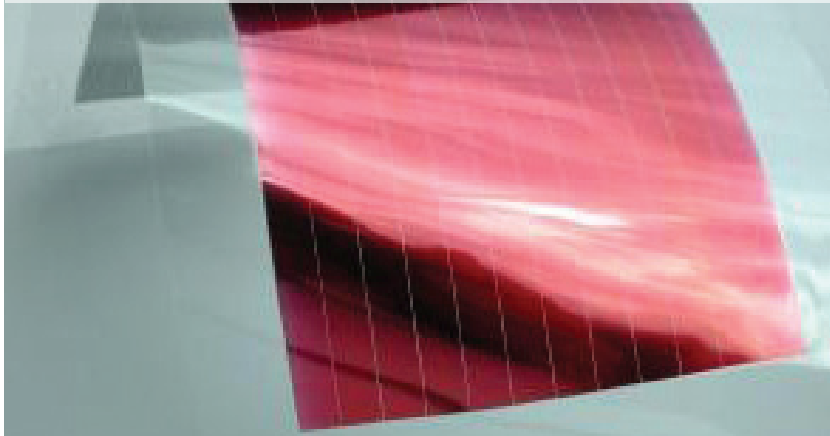
Denne energikilde er meget bæredygtig, stille, den forurener ikke og den kræver moderat vedligeholdelse. Solceller opdeles ofte i 2 grupper de krystallinske og de amorfe solceller, herunder er der mange forskellige typer. De har alle forskellig effektivitet. De krystallinske celler findes i varianterne mono- og polykrystallinske celler. Orienteringen af cellerne har i forsøg vist at den optimale placering er i syd med en hældning på 45.

Både monokrystalline og polykrystalline solceller er stive paneler der er baseret på silicium plader der er skåret i meget tynde elementer. Denne proces skaber et spild i materialet, men cellerne er rimeligt nemme at producere. Af disse typer er de monokrystallinske celler de mest effektive, mens de polykrystallinske er de billigste at fremstille. Disse fås også i forskellige farver i modsætning til de monokrystallinske der kun får i den mørkeblå farve.

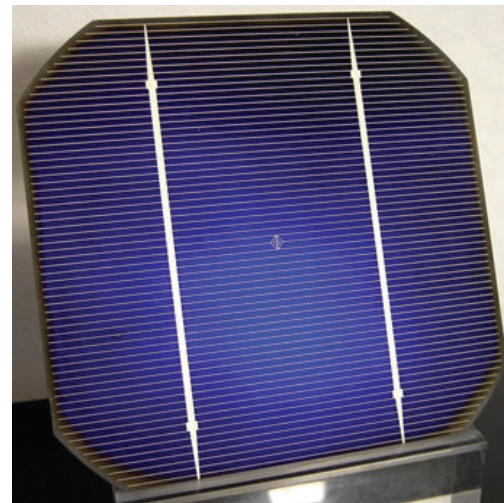
Amorfe celler er interessante når der snakkes arkitektur, da de er tynde, bøjelige solceller der kan bliver en del af eller ligefrem erstatte andre bygningsmaterialer. De kan være nyttelige at bruge som solafskærmning eller dekoration på en facade. Produktionen af Amorfe celler giver mindre spild end ved monokrystalline og polykrystalline celler, og de er billigere. Effektiviteten er derimod ikke så god ved de Amorfe celler kun på ml. 4-8%.

Orientering	Vest	V-SV	SV	Syd	S-SØ	Ø-SØ	Øst
Hældning							
0	86 %	86 %	86 %	86 %	86 %	86 %	86 %
15	84 %	89 %	93 %	94 %	93 %	90 %	85 %
30	81 %	90 %	97 %	99 %	97 %	91 %	82 %
45	77 %	89 %	97 %	100 %	98 %	90 %	79 %
60	72 %	85 %	93 %	97 %	94 %	86 %	73 %
75	65 %	77 %	86 %	89 %	86 %	78 %	66 %
90	57 %	67 %	75 %	77 %	75 %	68 %	58 %

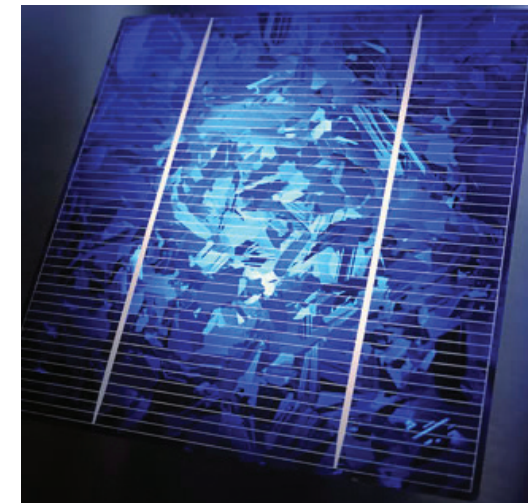
Tab. 003 - Solcellers virkningsgrad og vinkel (Solceller 2005)



ill. 033 - Amorfe solceller



ill. 034 - Monokrystaliske solceller



ill. 035 - polykrystaliske solceller

SOLVARMERE

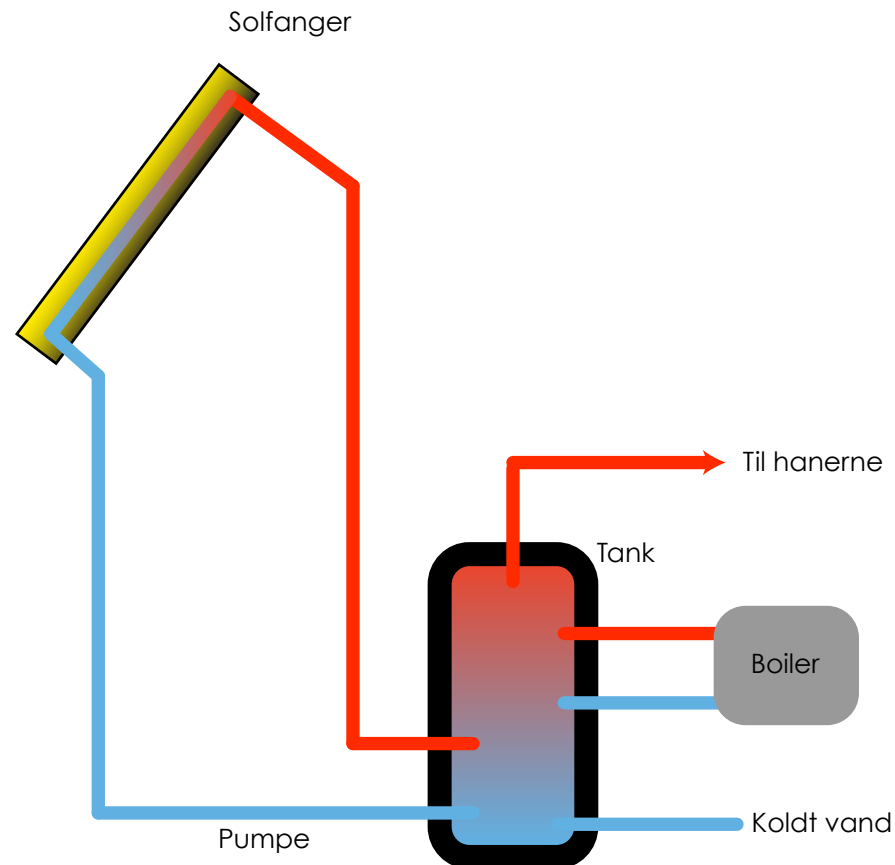
Solfangeren fungerer i mange tilfælde som vandvarmere. Den udnytter solens direkte strålevarme og de diffuse solstråler til varme. Denne varme kan som nævnt bruges til at opvarme brugsvand eller direkte til opvarmning af selve boligen. Placeringen af solfangerne er ens med solcellerne. Altså er den optimale placering 45° i sydlig retning.

JORDVARME

En anden måde at udnytte solens energi, er ved jordvarme. Jordvarmeanlægget udnytter den energi der er oplagret i jorden og omdanner det til varme, der kan bruges til rumopvarmning. Selve anlægget bruger lidt strøm i sin drift. Men for hver 1 kWh den bruger, generere den 3 – 3,5 kWh varme. Ved at udnytte jordvarmen på denne måde, mindskes det samlede CO₂-udslip forårsaget af opvarmning med 50-70%. Derfor må denne form siges at være en meget bæredygtig løsning.



ill. 036 - Solpanel



ill. 037 - Solpanelets cirkulation

Indeklima

Indeklimaet og energiforbruget går i høj grad hånd i hånd når der tænkes i 0-energi design. Indeklimaet er i høj grad afgørende for den oplevelse brugeren har af boligen og kvaliteten af denne. I enhver bolig er indeklimaet afhængigt af mange forskellige parametre der alle skal fungere sammen. Dette afsnit skal klarlægge diverse værdier og krav, der skal bruges senere hen i projektet. Det vil i afsnittet tydeliggøres hvilke emner der skal bearbejdes i projektet i forhold til boligens indeklima og hvilke der afgrænses fra.

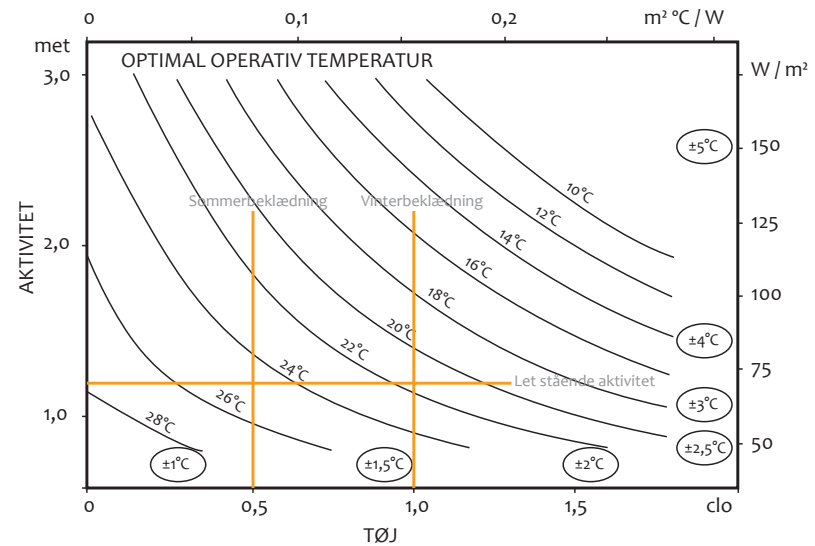
Indeklimaet er i boligen inddelt i 4 overordnede temaer. Det termiske, det akustiske, det atmosfæriske og det visuelle indeklima.

TERMISK INDEKLIMA

Den termiske komfort beskriver hvordan vi mennesker oplever indeklimaet. En person er i termisk komfort når der opleves balance mellem varmeproduktionen og varmetabet. Selvom der er balance kan der godt være påvirkninger som træk fra vinduer og ventilation, samt stråling fra solen. Da det er individuelt hvordan komforten er, bliver den målt ud fra at flest muligt personer er i termisk komfort. Det termiske indeklima omhandler de temperaturpåvirkninger der er i et givet rum. Dette omhandler blandt andet luftens temperatur, hastighed og fugtighed. Termisk indeklima er inddelt i 3 kategorier der angiver utilfredsheden blandt brugeren. Kategorierne er A, B og C som henholdsvis er 6%, 10% og 15% utilfredse. Det er i målet i projektet at holde utilfredsheden på 10%, altså kat. B

Et vigtigt parameter for komforten er temperaturen i boligen. For at holde et tilfredsheds niveau på 10 % skal temperaturen holdes på $20^{\circ}\text{C} < t_o < 24^{\circ}\text{C}$, i vintermånederne. I sommermånederne skal temperaturen ifølge DS 474 ligge mellem $23^{\circ}\text{C} < t_o < 26^{\circ}\text{C}$ (DS 474) (APPENDIX DIAGRAM AF TEMPERATUR)

Den direkte solvarme, er et essentielt aspekt af designet af en 0-energi bolig, da denne står for dele af rumopvarmningen i vintermånederne. Men solens direkte stråler kan også være ubehagelige i forhold til strålevarme. Dette er mest forekommende i sommer månederne derfor skal der være mulighed for at afskærme for den direkte strålevarme.



ill. 038 - Optimal operativ temperatur

Table A.1 - Three categories of thermal environment

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	Predicted percentage of dissatisfied PPD	Predicted mean vote PMV	Percentage of dissatisfied due to draught DR	Percentage of dissatisfied due to air temperature difference	Percentage of dissatisfied due to warm or cool floor	Percentage of dissatisfied due to radiant asymmetry
	%		%	%	%	%
A	<6	-0,2<PMV<+0,2	<15	<3	<10	<5
B	<10	-0,5<PMV<+0,5	<20	<5	<10	<5
C	<15	-0,7<PMV<+0,7	<25	<10	<15	<10

ill. 039 - Temperatur variation i de forskellige kategorier

AKUSTISK INDEKLIMA

Det akustiske indeklima kan opdeles i flere forskellige typer af akustik, bygnings- og rumakustik. Bygningsakustik, er den lyd der bevæger sig fra et rum til et andet, eller udefrakommende støj fra trafik og mennesker. Denne type støj skal dæmpes af boligens konstruktioner, således at den opnår et acceptabelt lavt niveau inde i boligen dette omfatter også boligens tekniske installationer. Den anden type akustik er rumakustik, det er den lyd og kvalitet af denne der er inde i et specifikt rum. Her er det vigtigt at der i materialevalget er taget højde for efterklangstiden ved et givent materiale. Da der i projektet fokuseres på energioptimering, vil den akustiske del af projektet være afgrænset. Derfor vil der i projektet ikke være udregninger på efterklangstid osv.

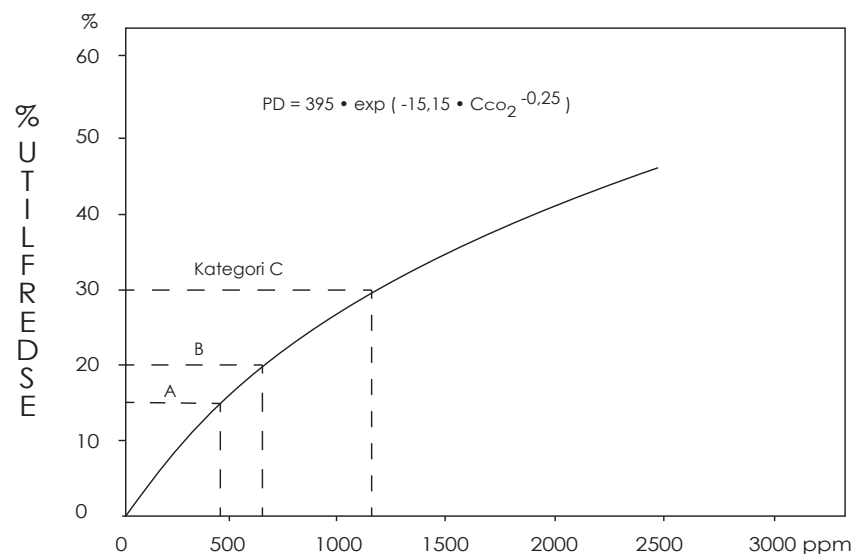
ATMOSFÆRISK INDEKLIMA

Det atmosfæriske indeklima beskriver blandt andet luftens kvalitet i boligen. For at opnå et godt atmosfæriske indeklima er det vigtigt at vælge en god ventilationsstrategi, hvor boligens brugere og brugen er indtænkt. Ventilation kan overordnet ske på to måder, mekanisk eller naturligt. Der vil i det følgende være en gennemgang af de forskellige ventilationsformer. Det er når der tænkes på energiforbruget, en god idé at kombinere de to ventilationstyper. Således at der i de kolde måneder benyttes mekanisk ventilation hvor behovet for rumopvarmning er højest. Den naturlige ventilation kan med fordel anvendes i sommermånederne, hvor der ofte er behov for køling. Denne kombination kaldes hybridventilation. Ventilations kravet for en bolig fastsættes af de værdier der er defineret i BR10. Her er kravet et luftskifte på minimum 0,5 l/s pr. time. For køkkener og badeværelser er der krav om udsugning af henholdsvis 20 l/s og 15 l/s (BR10, 6.3.1.2 stk. 5)

Ventilationen fastsættes ud fra enten luftens CO₂-koncentration eller den oplevede luftkvalitet. Den oplevede luftkvalitet beregnes på baggrund af forureningen af den indblæsningsluft der kommer udefra, samt forureningen fra brugerne.

CO₂-niveauet beregnes ud fra antallet af brugere, deres aktivitetsniveau og den CO₂ forurening der er i luften.

Ligesom ved det termiske indeklima er de atmosfæriske indeklima også opdelt i kategorierne A, B og C, med værdier på henholdsvis 15 %, 20 % og 30 % utilfredshed.



CARBON DIOXID OVER UDENIVEAU (C_{CO₂})

ill. 040 - Utilfredshedsprocent over CO₂ niveauet

VENTILATION

VENTILATIONSSTRATEGIER

Som nævnt ovenfor er der to forskellige former for ventilation. Dette afsnit skal give et overblik over de forskellige undertyper der findes, samt give grundlag for valget af ventilationsstrategi i boligerne. Det er i BR10 fastlagt at en bolig skal have et luftskifte pr time på 0,5.

MEKANISK VENTILATION

Den mekaniske ventilation er opdelt i to principper, opblandingventilation og fortrængningsventilation.

I det følgende beskrives de væsentlige forskelle på de to principper.

Opblandingsventilationen fungerer ved indblæsning af luft højt i rummet, på den måde blandes den nye luft med luften i rummet. Dette princip er velegnet i rum med begrænset rumhøjde. Princippet kan benyttes til både opvarmning og køling. (Figur Indeklimahåndbogen s. 343)

Fortrængningsventilation fungerer ved, at luft indblæses ved lav hastighed i gulvhøjde. Dette fortrænger den varme luft, således at den varme luft vil stige op til udsugningen i loftet. Dette system er velegnet til rum med højt til loftet. Ulempen ved dette system er at indblæsningen af den kolde luft sker i fodhøjde, hvilket kan skabe ubehagelige gener. Dette system kan kun bruges til køling. I boliger er den nævnte ulempe for stor til at dette system kan anbefales her. (figur indeklimahåndbogen s. 344)

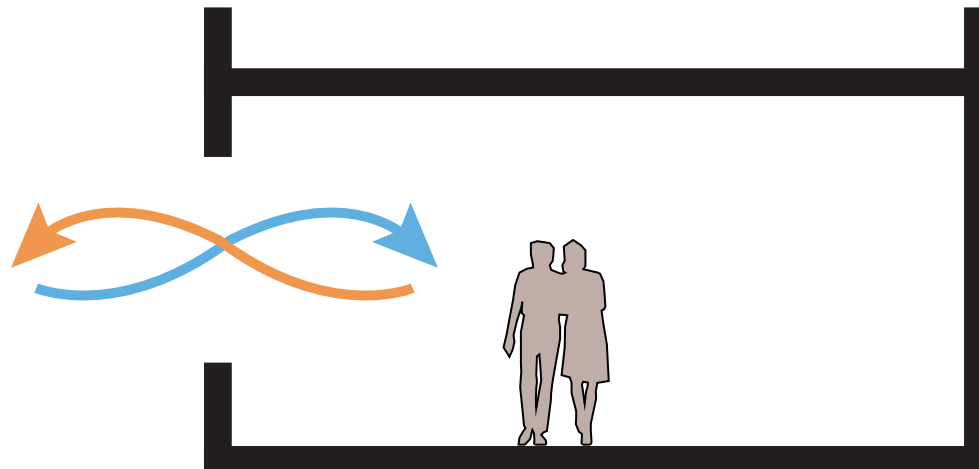
NATURLIG VENTILATION

Naturlig ventilation er et fænomen der er baseret på trykforskelle, hvilket gør det muligt for luft at passere igennem en bygning. Trykforskellen forårsages af den temperaturforskel der er mellem temperaturen ude og temperaturen inde i boligen. For at naturlig ventilation kan fungere er kravet at udetemperaturen er lavere end indetemperaturen. Det er selvfølgelig også nødvendigt at de udendørs forhold er optimale i forhold til denne type ventilation. Her ses der på hvordan vindforholdene er på grunden. Boligen kan også med fordel designes ud fra denne ventilationstype eksempelvis er orientering og antal åbninger vigtige.

I den naturlige ventilation er der tre forskellige metoder. Det er: ensidet ventilation, kryds ventilation og stack ventilation. Disse beskrives nedenfor.

ENSIDET VENTILATION

Designet af den ensidede ventilation karakteriserer sig ved at rummet kun har vinduer og åbninger i én side af boligen. Denne metode fungerer ved den termiske opdrift om vinteren og vindturbulens om sommeren. I vintermånederne skal vinduerne kun være åbne i forholdsvis korte perioder på grund af den kolde luft, hvis der ikke anvendes en hybrid løsning med både mekanisk og naturlig ventilation. Tiden for åbning af vindue reduceres også ud fra det træk der vil komme i den kolde luft. Denne type ventilation har ofte en lav virkning, da luften ikke formår at komme langt nok ind i rummet. (Heiselberg, 2006).



ill. 041 - En sidet ventilation

KRYDS VENTILATION

Med krydsventilations indrettes rummet med vinduer eller åbninger i begge sider af rummet, dette skaber en luftgennemstrømning der på den måde ventilerer bygningen. Metoden fungerer ved at der opstår trykforskel mellem de to sider af bygningen. Med denne ventilationsmetode opnås der en høj effekt, da luften kan trænge langt ind i boligen. Der er dog risiko for at denne metode skaber træk i ventilationsperioden. En mulig måde at afhjælpe dette, er ved at åbne vinduerne i vindsiden mindre end dem i læsiden.

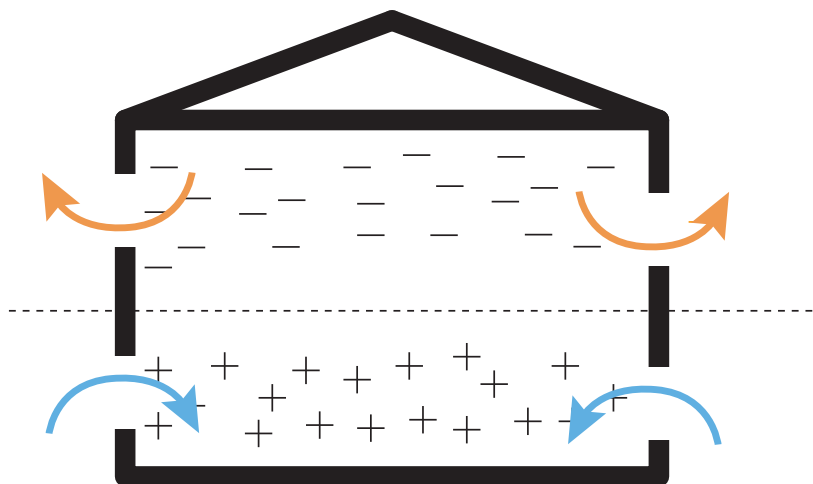
"STACK" VENTILATION

"Stack"ventilationsprincippet, virker på den måde at varm luft stiger op mod loftet, hvorved der skabes en trykforskel til de lavere niveauer. Der suges frisk luft ind lavt i bygningen hvorved det presser der varme luft ud i toppen af bygningen. Da dette princip er baseret på trykforskellen mellem den høje og den lave del af byggeriet er det en forsætning at der er en vis højdeforskel imellem åbningerne, altså er det termiske opdrift et væsentligt parameter.

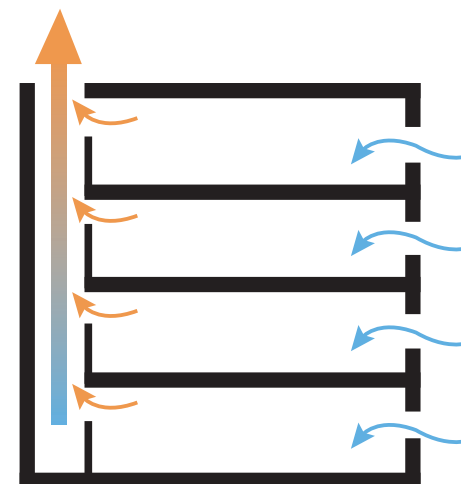
Virningen af dette princip giver en høj og stabil ventilation. Denne type ventilation vil typisk blive brugt i etagebyggerier, såsom kontorbyggerier med et atrium i midten. Effekten i dette princip kan også opnås via en skorsten. Her opvarmes skorstenen af solen, hvorfor luften indeni også bliver hurtigere varm, hvilket hjælper luften lettere gennem skorstenen og ud.

HYBRID VENTILATION

Hybrid ventilation er et system, hvor fordelene fra mekanisk og naturlig ventilation kombineres. Der bliver kontinuerligt lavet målinger på klimaet udenfor og inde i boligen, hvor det fastlægges hvilken form for ventilation der er mest effektiv på den givne tid. Det vil i de fleste tilfælde være sådan at den naturlige ventilation er hovedsystemet om sommeren mens den mekaniske ventilation er det om vinteren. Der vil på grund af de stramme krav for energiforbrug i fremtiden, være mere fokus på denne ventilationsform. Hybrid ventilation kan tilpasses stort set alle typer byggeri og reducere både el og varmeforbrug uden at det påvirker det gode indeklima.



ill. 042 - Krydsventilation



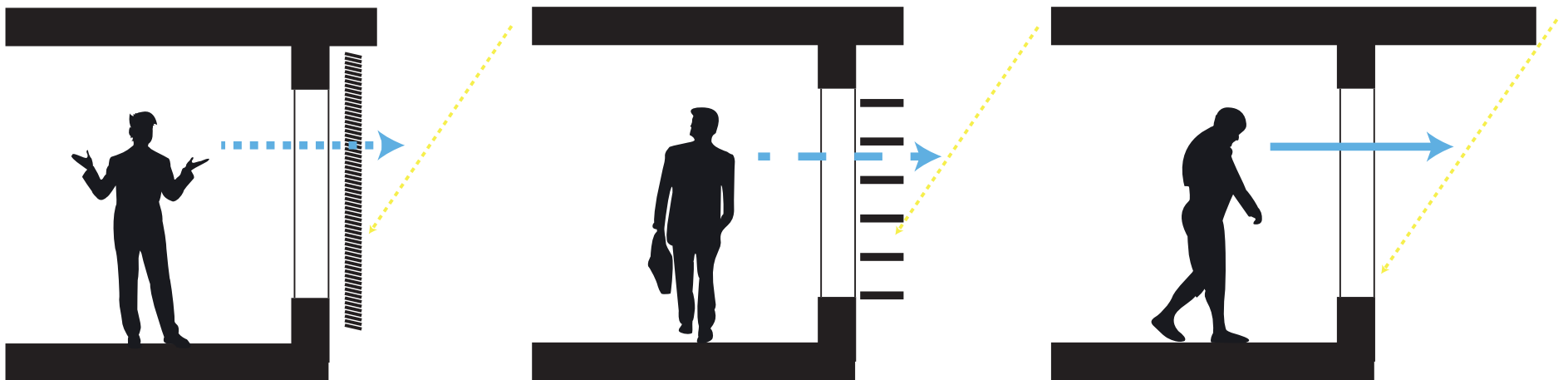
ill. 043 - Stackventilation

Indeklima

VISUELT INDEKLIMA

DAGSLYS

Med kravet om 0-energi er det som tidligere nævnt vigtigt at udnytte solens energi og varme i boligen. Det er en vigtig faktor for at kunne opnå dette. Solens effekt på boligen er mange, blandt andet hjælper strålingen med opvarmning af rum i boligen, men der er også enkelte ulemper, såsom overophedning og blænding. Men fordelene er mange når der ses på menneskers trivsel i dagslys. Forskning viser, at dagslys i boligen er vigtigt for menneskets sundhed og velbefindende. Der er blandt andet forskning der viser at sollyset kan afhjælpe vinterdepressioner, samt øge koncentrationsevnen. Yderligere har dagslyset og sollyset en stor effekt på vores humør. (Bolius.dk)



ill. 044 - Forskellige typer solafskærmning



ill. 045 - horisontall afskærmning



ill. 046 - Vertikal afskærmning



ill. 047 - Flytbar afskærmning

Boliger Fremtidens bolig

For at kunne analysere fremtidens bolig, tages der udgangspunkt i forskellige danske arkitektfirmaer der netop nu har succes med deres bolig koncepter. Det drejer sig om Frydkjær huse der udbyder arkitekttegnede typehuse, ligeledes kigges der på M2, hvis huse er designet i samarbejde med adskillige af Danmarks største arkitekter. Til slut vurderes det om de valgte eksempler stemmer overens med Fremtidensforskernes forudsigelser. Analysen bliver lavet for at finde de tendenser der er i boligbyggeriet netop nu. Som udgangspunkt er der valgt en bolig på ca. 150 m² og en på 200 m². Det er i denne del mest de forskellige planløsninger der kigges på.

Det kan konkluderes at de valgte familieboliger alle har min. 2 børneværelser samt er soveværelse. Tendensen i disse boliger er at de primære opholdsrum er forholdsvist centralt placeret, hvorfor det fungerer som et samlende element i boligen. Der er i umiddelbar forbindelse med de primære opholdsrum mulighed for direkte udgang til terrasse. Børneværelser ligger ofte samlet i én side af boligen, mens forældrenes soveværelse ligger i umiddelbar forbindelse til det primære opholdsrum i den anden side af boligen. Soveværelset har ofte et walk-in-closet, et privat badeværelse samt direkte udgang til terrassen/haven. Der er i de viste eksempler ét værelse der ligger i direkte forbindelse med entréen, hvilket er fordelagtigt hvis der er ældre børn i huset. På denne måde kan de uforstyrret komme hjem senere uden at vække forældrene.

Køkkenet og stuen ligger i alle de valgte eksempler i forlængelse af hinanden, og ikke som i ældre boliger i hvert sit rum. Med denne løsning åbnes rummet op og skaber et udtryk af sammenhæng i huset da alle rum omslutter dette centrale rum.

Fremtidensforskningen: Ser man på fremtidensforskningens undersøgelser af fremtidens boliger, hævder de at der er en del forandringer i forhold til de eksisterende parcelhuse, hvilket er det deres undersøgelse omhandler. Forudsigelserne lyder på at Køkken-almrummet vil være umoderne om 10 år. Her vil opdelingen af stuen og køkken igen være præferencen. Dette skyldes ifølge fremtidensforsker Jesper Bo Jensen at en bolig med køkken-almrum kan være meget anvendelige for børnefamilier med børn i alderen 2-6 år. Problemet kommer når børnene kommer i 12-16 års alderen. Hvor sammenstød mellem forældre og teenagere vil være hyppigere i en sådan bolig. Derfor vil der i fremtiden være en opdeling af køkken og stue evt. i form af en skydedør eller lignende. I nutidens boliger er funktions rummene alt for små, det er rum som bryggers, soveværelser, børneværelser og badeværelser derfor er forudsigelsen at stuerne vil blive mindre for netop at gøre de nævnte rum større. Soveværelset bliver større og sammenbygget med et walk-in closet samt privat bad.

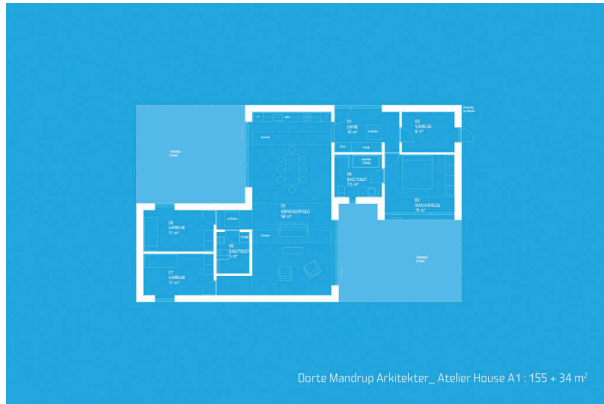
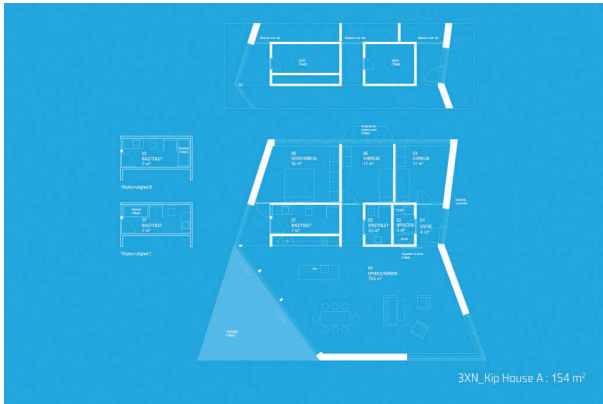
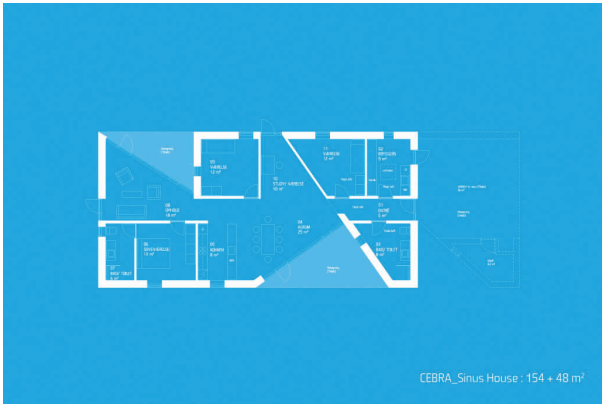
Værelserne udnyttes til børneværelser i den tid børnene bor hjemme. Derefter omdannes de til aktivitetsrum/kontor for ham og hende eller til opmagasinering.

Badeværelserne vil i fremtiden blive boligens åndehul, det vil være her man tanker op efter en hård og stressende dag.

En anden vigtig ting der ikke altid er integreret i de ældre boliger er forbindelsen til udearealer. Der vil i fremtiden være meget mere fokus på at udnytte udearealerne, hvad enten det er til wellness, udesoveværelse eller en legeplads til børnene.

Med de fremtidige krav vil boligen ifølge Jesper Bo Jensen blive op mod 30 m² større end parcelhusene fra 1990'erne.



Atelier house - Dorthe Mandrup Ark.	KIP house - 3XN	Sinus house - Cebra
		
Areal : 155m ²	Areal: 154 m ²	Areal: 154 m ²
Værelser: 4	Værelser: 3	Værelser: 3
Terrasser: 2 stk ialt 76 m ²	Terrasser: 25 m ²	Terrasse: 2 stk ialt 25 m ²
Badeværelser: 2	Badeværelser: 2	Badeværelser: 2
Garage: 34 m ²	Garage: Ingen	Garage: 48 m ²
Øvrige rum: Køkken og stue i ét tværgående rum med udgang til 2 terrasser.	Øvrige rum: Bryggers, stor stue/ophold, køken og 2 x depot på loftet.	Øvrige rum: Køkken, stue og kontor i ét stort rum, bryggers og depot på loftet.

	Stuen	Køkken	Alrum	Værelser	Kontor	Bryggers	Smårum	Badeværelse	Værksted	Gang, trappe	ialt
1990érne	30-35 m ²	18m ²	25m ²	40m ²	10m ²	12m ²		24m ²		10m ²	174 m ²
Fremtiden	20-25 m ²	22m ²	30m ²	46m ²	12m ²	16m ²	10m ²	26m ²	8m ²	10m ²	205 m ²

(Jensen, 2008)

Modulbyggeri

Der er på det danske marked, adskillige typehusfirmaer som eks. M2 der udbyder modulboliger af høj arkitektonisk kvalitet. Her er det muligt at sammensætte sin egen bolig ud fra forskellige moduler således at boligen opfylder netop de ønsker en køber har til den. Der vil i projektet være fokus på design af boliger ud fra dette koncept. Ifølge Ida Wraber's PhD afhandling er der forskellige definitioner af hvad et modulbyggeri er, da der tales om at det både kan være enkelte præfabrikerede elementer der samles til en enhed på byggepladsen (2D), eller der kan være et sammensat element hvor alt er installeret når det når byggepladsen (3D). En kombination af de to er eksempelvis Utzons Espansiva system hvor enkelte små elementer kan sammensættes til en helhed (Element-Detail library). Der er selvfølgelig fordele og ulemper ved alle disse konstruktionsformer.



ill. 048 - Modulsamling



ill. 049 - Modul transport



ill. 050 - Eksempel på modulbygger

PRÆFABRIKEREDE HUSE	M2 - ONV HOUSE	KOMFORT HUSENE - AARHUS ARKITEKTERNE	UTZON ESPANSIVA
			
Konstruktion	3D element	2D Elementer	Elementer
Transport	Store 3D volumer transporteres af lastbiler med semi-trailers. Størrelsen på volumet er begrænset af den maksimale størrelse lastbilen må køre med, hvilket er B4,5m, H 4m, L 13m.	Store 2D elementer transporteres af lastbiler. Størrelsen på elementerne er begrænset af den maksimale højde og længde for lastbilen. (jf. transport 3D).	Elementerne er ikke særligt store og bliver transporteret til byggepladsen usamlet via lastbil.
Montering	Fundamenter støbes, 3D elementerne monteres hvorefter kloak og elektricitet forbindes.	Fundamenter støbes, ydre og indre vægge samt tag monteres. Små justeringer udføres på byggepladsen. Eksteriør facade monteres.	Hele monteringen og alt rør og elektricitet udføres på byggepladsen.
Varighed	Monteringen tager højst et par dage. Hele byggeprocessen tager omkring 2-3 uger.	Montagen tager et par dage . Hele byggeprocessen tager 8-12 uger.	Monteringen af de små elementer er ikke meget anderledes end bygningen af traditionelle huse. Byggeprocessen kan variere.
Fleksibilitet	Fleksibiliteten på disse huser er lav. Mulighederne for justeringer er farve, facadebeklædning og materialer i køkken og bad.	Fleksibiliteten er ikke så stor i formen, men forskellige materialer for facade, køkken og badeværelse kan vælges af køber.	Systemet er meget fleksibelt da elementerne er små, kan de kombineres på mange forskellige måder.

(Wraber, 2009)

Boliger Inspiration





ill. 055 - Nythjem.dk modulkoncept



ill. 057



ill. 056 - Kip komforthus

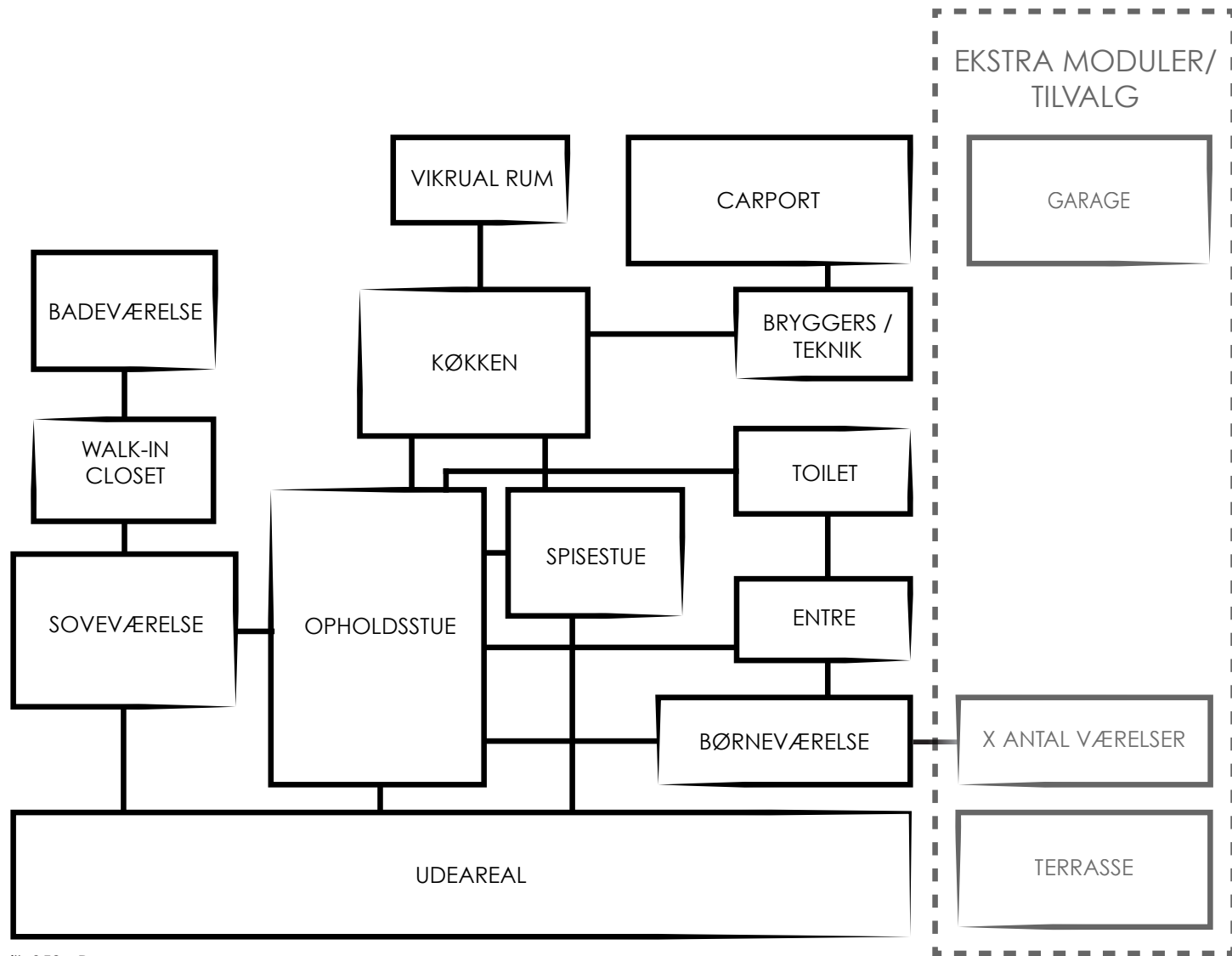


ill. 058

Boligen

Rumprogram

Boligen	Stue	Kontor	Køkken	Spisestue	Entre	Soveværelse	Værelser	Bryggers	Toilet	Badeværelse	Udeareal
m²	20-25	12	22	30	3	10	α' 15	16	3	8	25
Brugere	4+	1	4	4+	2	2	1	1	1	1	-
Rumhøjde	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-
Atmosfære	ÅBENT, LYST, IMØDEKOMMENDE	PRIVAT, LYST	ÅBENT, LYST	ÅBENT, LYST	IMØDEKOMMENDE, LYST	PRIVAT, DÆMPET	PRIVAT, DÆMPET	PRIVAT, IMØDEKOMMENDE	LUKKET, PRIVAT	LUKKET, PRIVAT	AFSLAPPENDE, GRØNT, PRIVAT
Lysniveau	200 lux	500 lux	500 lux	500 lux	100 lux	200 lux	200 lux	100 lux	200 lux	200 lux	
Orientation	S-SV	V-N-Ø	N	V-SV	V-N-Ø-S	N	N	N	V-N-Ø-S	V-N-Ø-S	S-SV
Udkig	+	(+)	(+)	+	+	(+)	(+)	(+)	-	-	+
Interne forbindelser	SPISESTUE, UDEAREAL, ENTRE	STUE	SPISE, ENTRE	KØKKEN, TOILET, UDEAREAL	KØKKEN, TOILET, STUE	BADEVÆRELSE	VÆRELSE 2, TOILET	GARAGE, TOILET, KØKKEN	VÆRELSE, ENTRE	SOVEVÆRELSE	STUE, SPISESTUE, SOVEVÆRELSE
Ventilation	0,35 l/s/m ²	0,35 l/s/m ²	20 l/s	0,35 l/s/m ²	0,35 l/s/m ²	0,35 l/s/m ²	0,35 l/s/m ²	10 l/s/	10 l/s	15 l/s	-
Temperatur	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	20-26 °C	-



ill. 059 - Rumprogram

Boligen

Konklusion

Ud fra analysen kan det konkluderes at, der i designet af boligerne skal tages hensyn til de klimamæssige forhold såsom vind og sol. Boligen skal placeres på grunde således at både vind og sol får optimale vilkår i opvarmningen og ventilationen. Det er ud fra analysens beskrivelse af de forskellige ventilationsystemer bestemt at det valgte system skal være hybridventilation, da dette udnytter det bedste fra den mekaniske og naturlige ventilation.

Den anden klimamæssige faktor er solen, her er det vigtigt at designe afskærmningsmuligheder i sommermånederne, det kan enten være udhæng eller vinduesmonteret afskærmning såsom louvres eller udvendige persiener. Hvilket afskærmningssystem der vælges analyseres i syntesefasen af projektet.

For at kunne opnå et byggeri af klassen 0-energi er det nødvendigt at benytte både de passive og de aktive strategier. Det er dog målet at udnytte de passive maksimalt for at minimere brugen af de aktive mest muligt, da disse omkostningsmæssigt er meget dyre netop nu.

Rumprogrammet og illustrationen er en opstilling af den moderne boligs flow. Forbindelsen mellem de enkelte rum er undersøgt ud fra fremtidsforskningens analyser og ud fra dette er rumprogrammet blevet organiseret. I forhold til parcelhuse ældre parcelhuse, er der i de fremtidige, tilføjet et ekstra badeværelse i forbindelse med det store soveværelse. De centrale opholdsrum som køkken, køkkenalrum og opholdstue bliver sammenhængende. Det er i rumprogrammet svært at definere størrelse på de enkelte rum helt præcist, da det ofte varierer fra bolig til bolig for fra bruger til bruger hvilke krav de har. Det er her vigtigt at understrege at der i dette projekt, kan differentieres fra de fremtidige forudsigelser for at boligen fungerer optimalt i dag og ikke først om 10 år hvor udviklingen helt sikkert er en anden.

Det er intentionen i dette projekt at lave forskellige designforslag til boligerne på bebyggelsesplanen. Dette gøres ved at tilføje moduler til et grundmodul der indeholder, entré, bryggers, køkken, badeværelse, stue og et værelse. Derefter kan der tilføjes moduler med værelser, carporte osv.

Modulsystemet fungerer således at boligen, ud fra brugerens forskellige ønsker kan tilpasses så den passer perfekt til dem. Eksempelvis har parret uden børn typisk brug for en bolig, hvor der ikke er ekstra børneværelser. De vil således være idealle til kun at skulle have en bolig bestående af grundmodulet. Det er vigtigt at der i denne bolig er gode store opholdsrum hvor man kan dyrke sig selv og hinanden.

For parret med ét barn vil en bolig bestående af grundmodulet plus et værelse være ideal. Således udvides boligens størrelse uden at det påvirker de centrale rums størrelse.

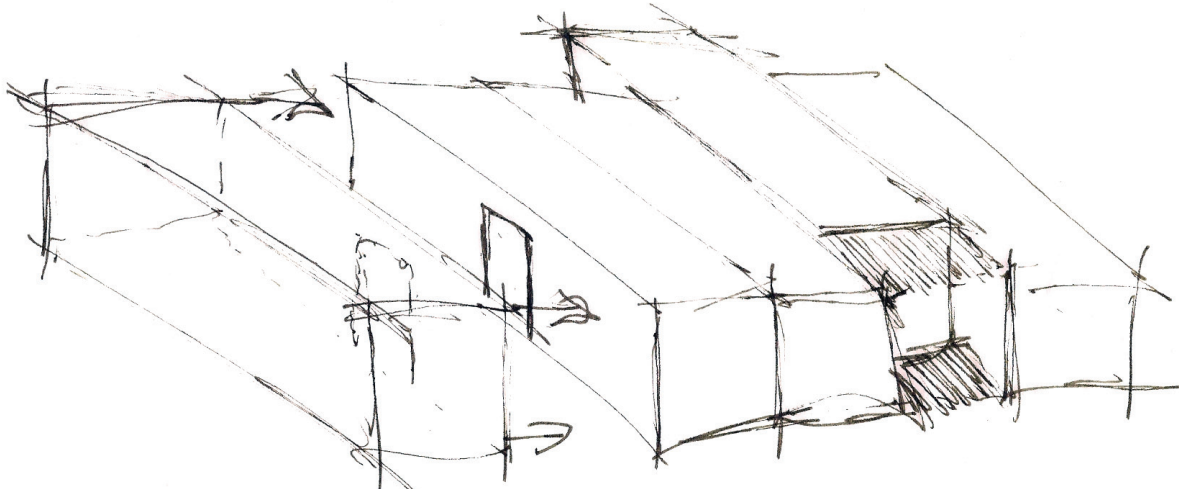
For børnefamilien med 2 børn vil det være som det ovenstående plus et ekstra værelse. Osv.

Design

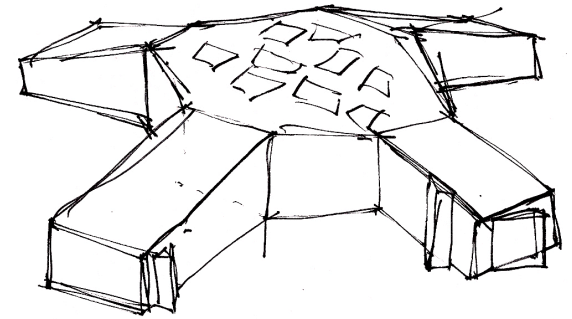
Designudvikling

Design

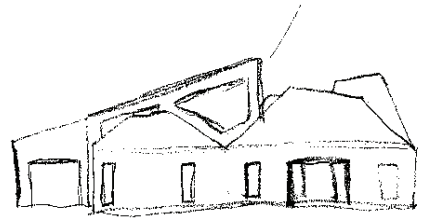
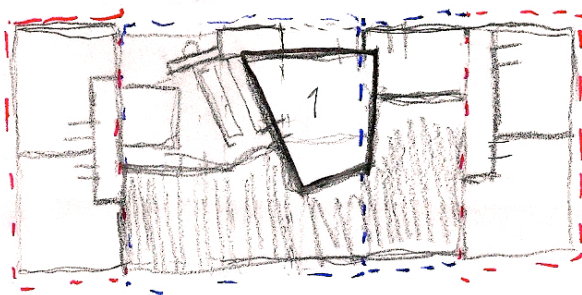
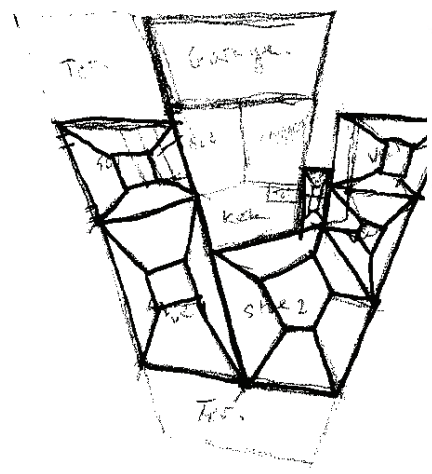
Indledende skitsering



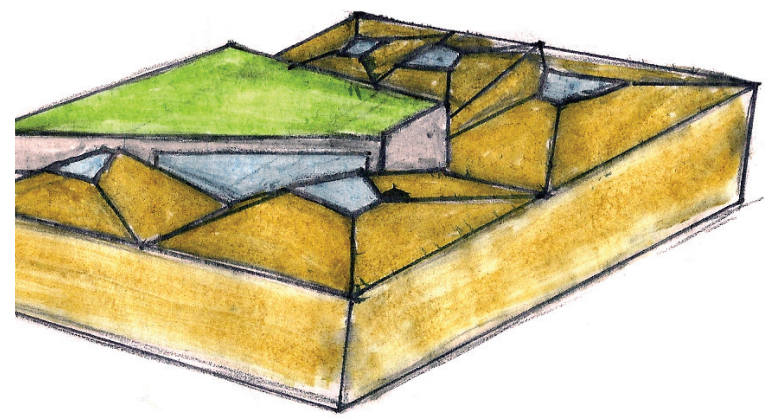
ill. 060 - Rektangulær modul kombination



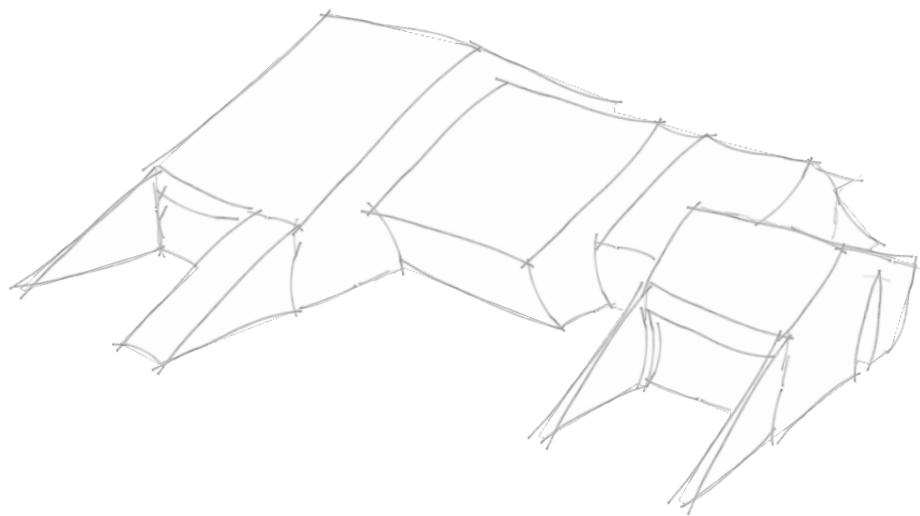
ill. 061 - Centralt grundmodul med tilføjelser, her skaber tilføjelserne nogle spændende uderum.



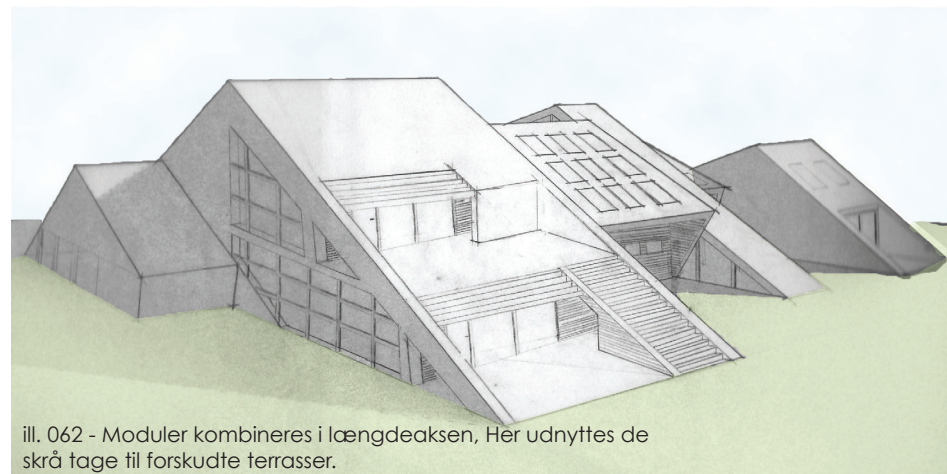
ill. 061 - centralt tungt modu med tilføjelser på siden



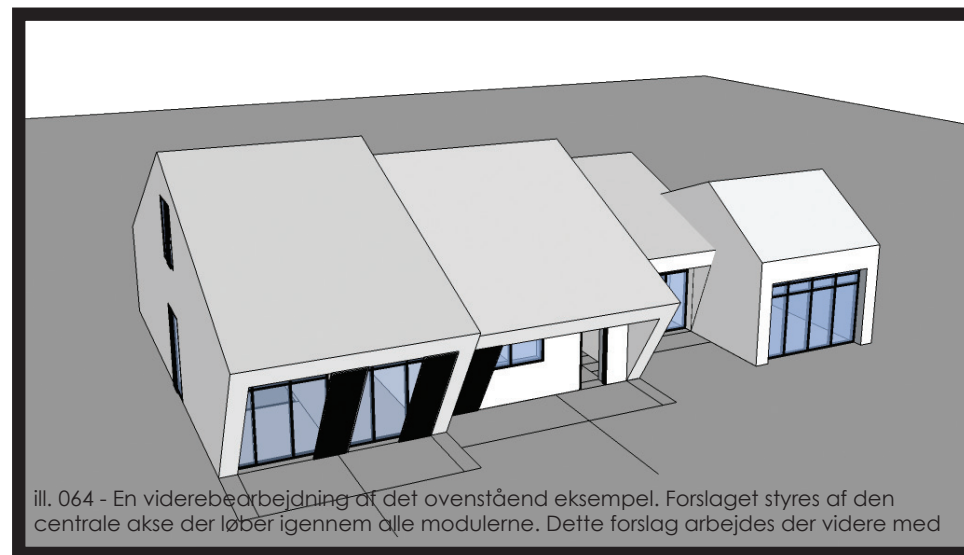
Skitseringen havde i starten til formå at udfordre forskellige former hvor tanken var at et fast grundmodul ville blive bygget på pladsen i tunge materialer. Hvorefter adskillige moduler vil bliver påsat for at skabe den nødvendige bolig. Det var i denne fase vigtigt at holde fokus på at forskellige elementer skulle kunne kombineres til et samlet og varierende udtryk. Det er valgt at fortsætte med billede nr. XX da denne giver mulighed for kombination på mange forskellige måder, samtidig giver den et interessant formsprog.



ill. 063 - Vingerne skaber interessante og intime uderum, hvor man kan være ugeneret.

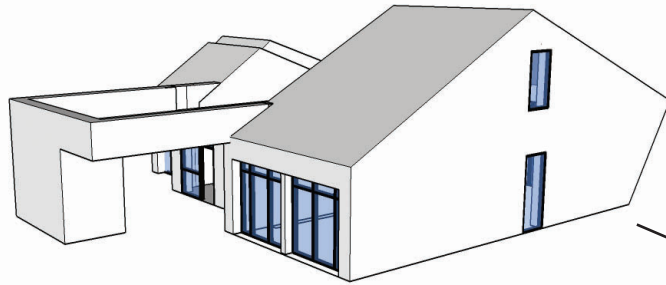


ill. 062 - Moduler kombineres i længdeaksen, Her udnyttes de skrå tage til forskudte terrasser.

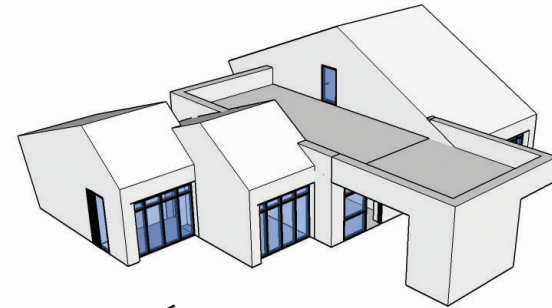


ill. 064 - En viderebearbejdning af det ovenstående eksempel. Forslaget styres af den centrale akse der løber igennem alle modulerne. Dette forslag arbejdes der videre med

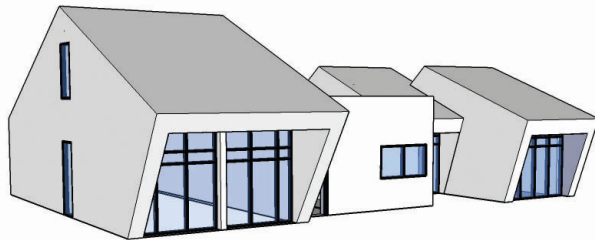
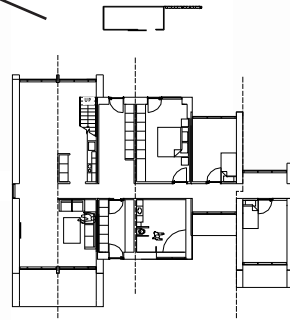
Design Formsproget



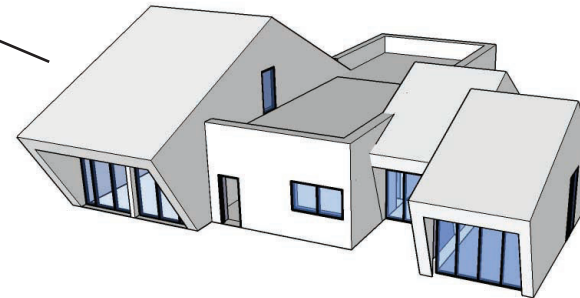
ill. 065 - Boligen som den ser ud fra Nordøst



ill. 066 - Boligen som den ser ud fra Nordvest



ill. 067 - Boligen som den ser ud fra Sydøst

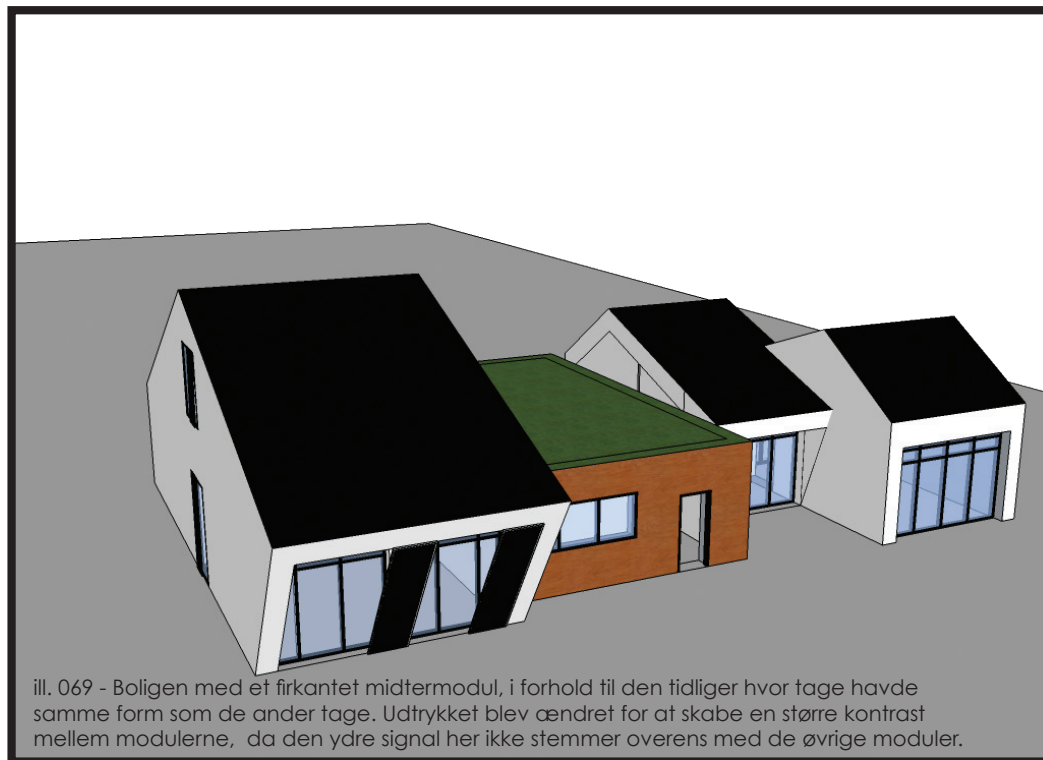


ill. 068 - Boligen som den ser ud fra Sydvest

Der er i designet lagt vægt på at boligen er så åben og lys som muligt. Dette er dels gjort for at optimere dagslysfaktoren, men også for at optimere og iscenesætte den fantastiske udsigt der er mod syd i projektområdet. Dette har resulteret i at alle opholdsmodulerne har store glas arealer i både nord og syd. En anden faktor der gør boligen åben er den centrale akse der løber igennem alle modulerne for på den måde at skabe en lang gang hvor der i værelsesmodulerne er plads til ophold. Aksen understreges ved at der i hver ende af huset er et stort vindue der forbinder akse med det ydre.

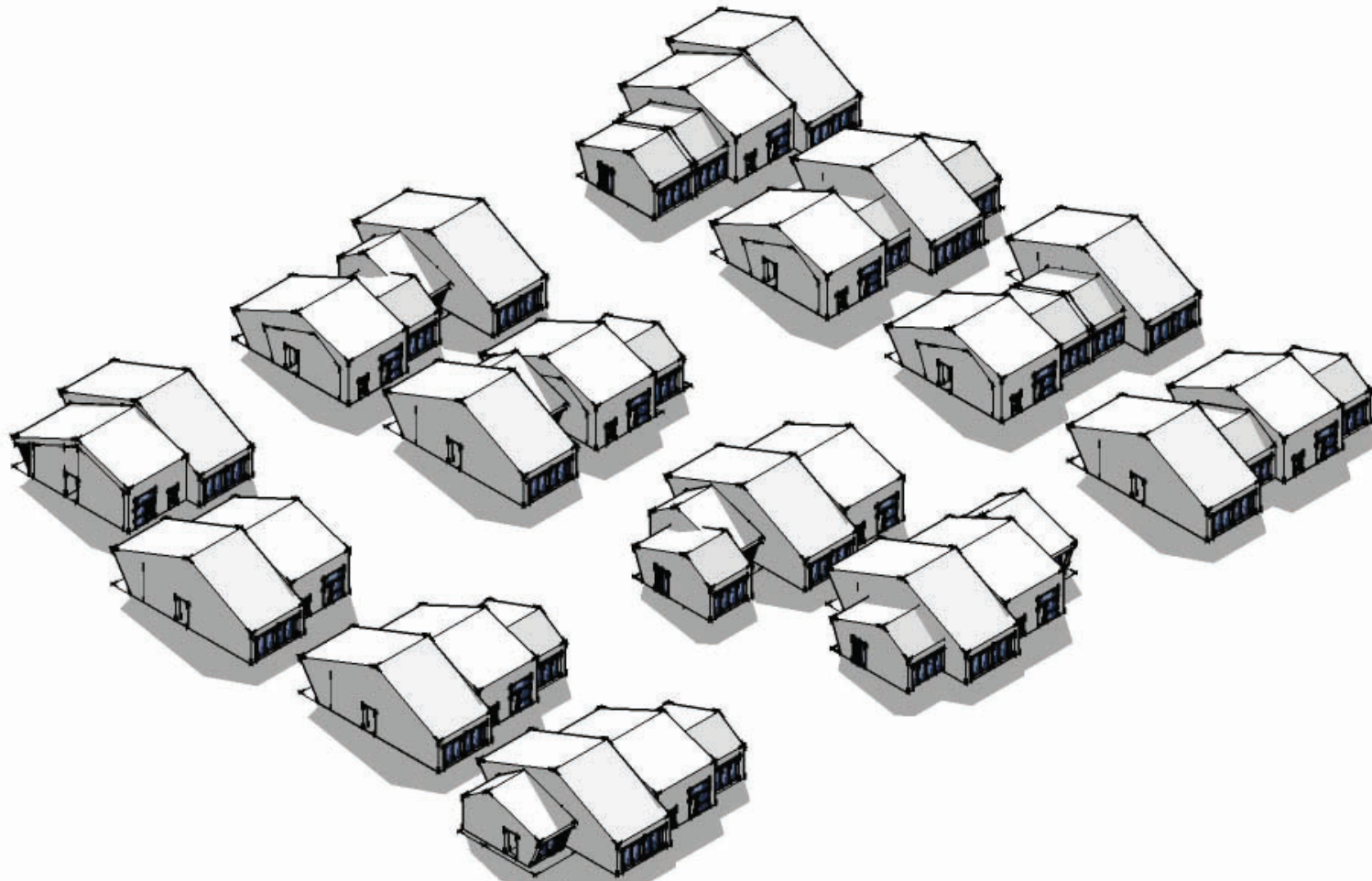
Der er en kontrast i måden modulerne er udformet på. Her er opholdsmodulerne store trekantede moduler med de store åbne facader, mens grundmodulet er et lukket, lavt firkantet modul, denne kontrast i formen har en stor effekt på formsproget og brugen af boligen. En måde at understrege og tydeliggøre denne kontrast tydeliggøres ved materialevalget hvilket vil blive beskrevet på et senere tidspunkt i afsnittet.

De trekantede moduler er designet ud fra tanken om at de i syd skulle have en afskærmende effekt på den høje sommersol, men samtidig bringe vintersolen ind i rummet. Dette er opnået ved at lade taget fortsætte ud over vinduet for på den måde at skabe en naturlig afskærmning. Vinklen på tagene er også optimeret i forhold til at der skulle anvendes solceller på de sydlige tagflader. De sydlige flader har en hældning på henholdsvis 22 og 19 grader hvilket giver en god virkningsgrad på solcellerne.



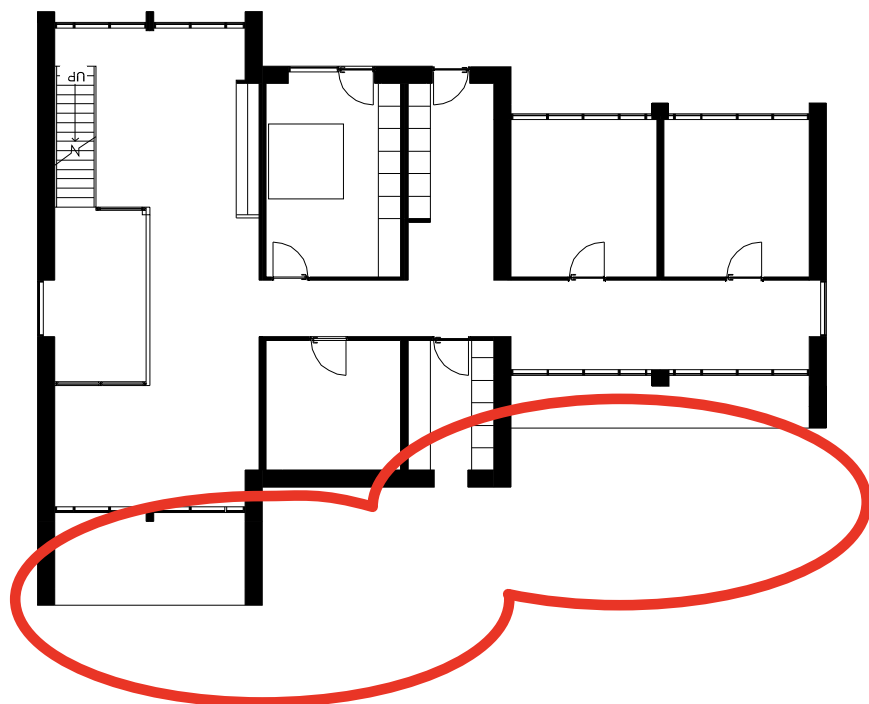
ill. 069 - Boligen med et firkantet midtermodul, i forhold til den tidligere hvor tage havde samme form som de andre tage. Udtrykket blev ændret for at skabe en større kontrast mellem modulerne, da den ydre signal her ikke stemmer overens med de øvrige moduler.

Modulerne



ill. 070 - Oversigt over hvordan modulerne kan sammensættes på alternative måder. Her er de illustreret med den gamle grundform. Kombinationerne er dog de samme uanset om taget er fladt eller skråt. Udtrykket derimod er meget forskelligt fra den valgte løsning.

Tanken med denne bolig er at, kunne sammensætte en bolig der opfylder ens behov. Da det er forskellige brugere er der derfor også forskellige behov, hvorved boligerne sammensættes på forskellig vis. Denne forskellighed skaber et varierende udtryk af boligerne. Der kan således være en bolig der kun består af et grundmodul og et stuemodul. Denne bolig på 152 m² er den mindste der kan skabes af modulerne. De største boliger der kan skabes er fra ca. 200 m² og derover alt afhængig af hvor mange moduler der sammensættes. Boligen kan altså variere i sit udtryk alt efter hvordan den sammensættes. Ligesom sammensætningen vil skabe en differentieret bygningsform, skaber modulerne også forskellige udearealer alt efter hvordan de er sammensat. Ved én variation skabes der små niches der er defineret ved de forskellige moduler, en anden skaber et simpelt åbent uderum.



ill. 071 - Uderummet er defineret af modulernes sammensætning. Her skabes der et stor uderum uden markante afbrydelser.



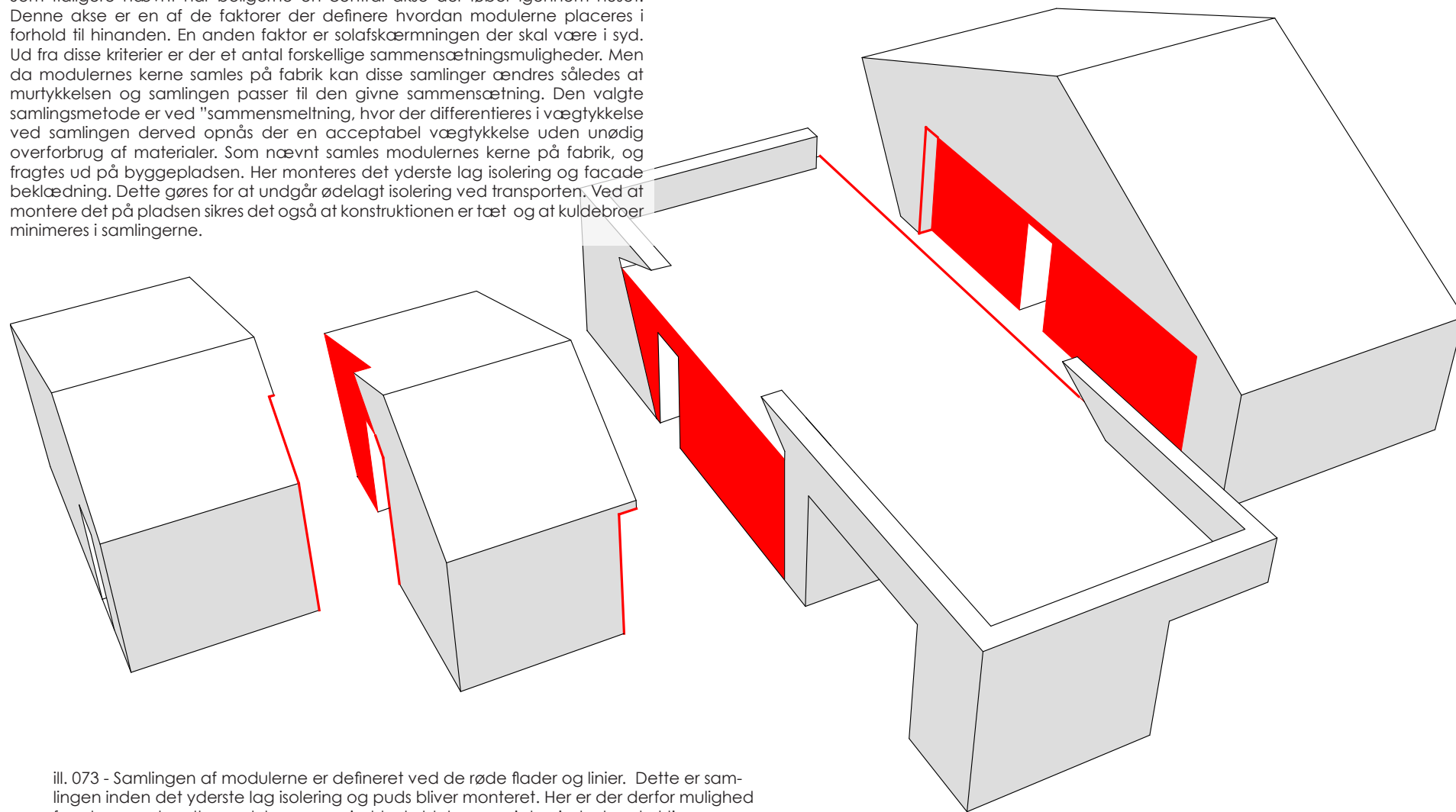
ill. 072 - Her er uderummet defineret på en anderledes og mere interessant måde. Modulernes sammensætning skaber i dette eksempel nogle mere intime uderum

Design Samlinger

Modulernes sammensætning og udtryk kan varieres ud fra hvilken type samling der anvendes på modulet. Typene er illustreret i nedenstående tabel. De er alle vurderet ud fra tre kategorier Kombinationsmuligheder, form samt energi.

	Fusion af indervægge	Glasovergang	Sammensmeltning	Facadeelement
2D				
3D				
Kombinationsmuligheder	Få kombinationsmuligheder, da vægtykkelser forhindrer forskydninger i modulet	Mange kombinationsmuligheder.	Få kombinationsmuligheder	Mange facadeudtryk, ved et grundmodul
Form	Ensfarmigt formsprog	<ul style="list-style-type: none"> • Forstærker midteraksen i modulet. • Tydeliggør samlinger. • Øger lysindfaldet i modulet. 	Sikre differentierede murtykkelser	Elementbyggeri, hvilket øger arbejdet på grunden.
Energi	Kompakt	Stort overfladeareal	Minimerer kuldebroer	Ingen kuldebroer, da konstruktionen tættes ved samling på grunden.

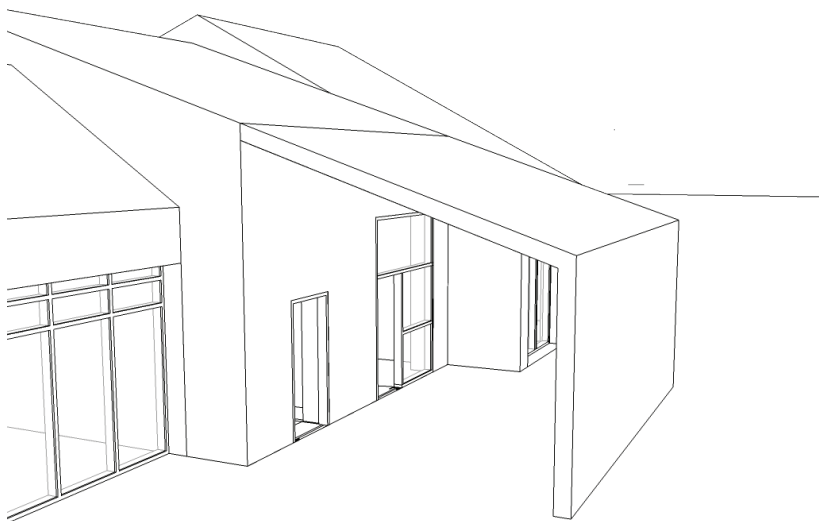
Som tidligere nævnt har boligerne en central akse der løber igennem huset. Denne akse er en af de faktorer der definerer hvordan modulerne placeres i forhold til hinanden. En anden faktor er solafskærmningen der skal være i syd. Ud fra disse kriterier er der et antal forskellige sammensætningsmuligheder. Men da modulernes kerne samles på fabrik kan disse samlinger ændres således at murtykkelsen og samlingen passer til den givne sammensætning. Den valgte samlingsmetode er ved "sammensmeltning", hvor der differentieres i vægtykkelse ved samlingen derved opnås der en acceptabel vægtykkelse uden unødigt overforbrug af materialer. Som nævnt samles modulernes kerne på fabrik, og fragtes ud på byggepladsen. Her monteres det yderste lag isolering og facadebeklædning. Dette gøres for at undgå ødelagt isolering ved transporten. Ved at montere det på pladsen sikres det også at konstruktionen er tæt og at kuldebroer minimeres i samlingerne.



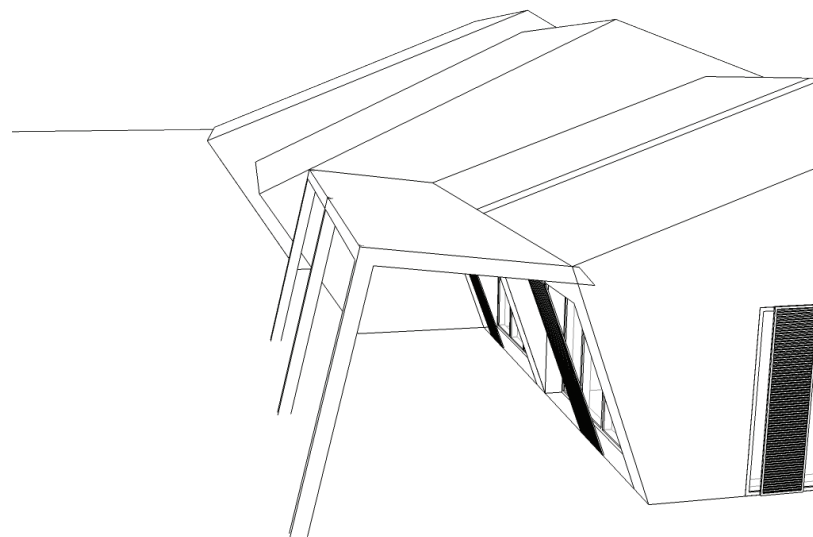
ill. 073 - Samlingen af modulerne er defineret ved de røde flader og linier. Dette er samlingen inden det yderste lag isolering og puds bliver monteret. Her er der derfor mulighed for at sammensmelte modulerne og mindske kuldebroerne i den indre konstruktion.

Garage / Carport

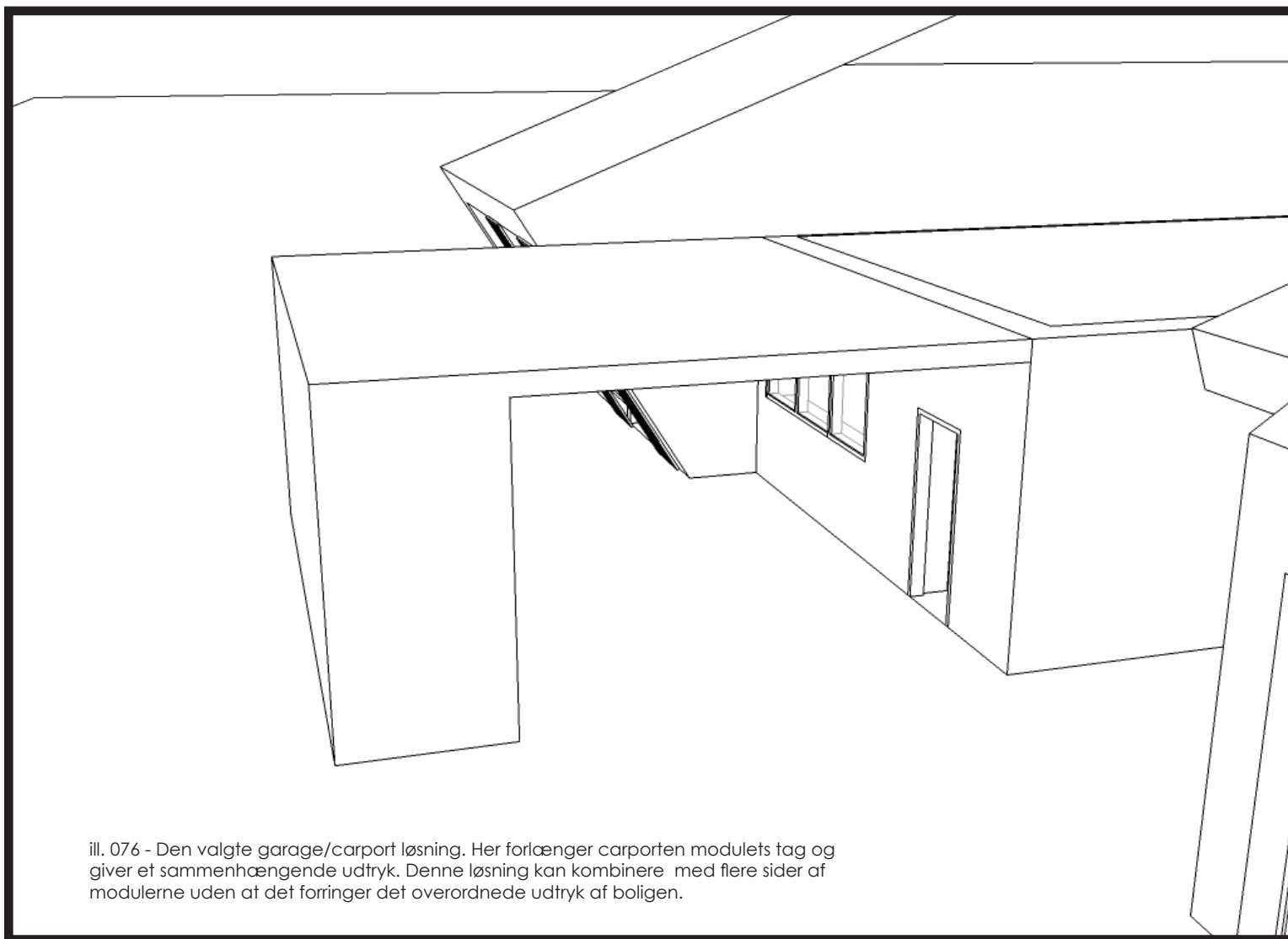
Garagen er udformet således at den kan tilføjes til grundmodulet i både syd og nord. Den indordner sig efter orienteringen samt boligens placering på grunden. Den optimale position for garagen er i forlængelse af grundmodulet, men den kan også tilføjes på siden af stuemodulet hvis dette er bedre egnet til den specifikke grund. Stuemodulets åbninger i øst og vest facaden gør det også muligt at bruge garagen som ophøjet terrasse hvis den placeres her.



ill. 074 - Et garage forslag hvor den skaber en forlængelse af det skrå tag. Denne løsning passer godt ind i formsproget, den kan dog ikke varieres, således at den virker på begge sider af modulet da taghældningen er forskellig.



ill. 075 - Dette forslag kombineres med værelsesmodulerne. Den skaber dog en modvægt i den bevægelse modultaget skaber, hvilket ikke er gavnligt for ydtrykket af boligen. Denne løsning kan ligesom den tidligere heller ikke tilpasses begge sider af modlet.



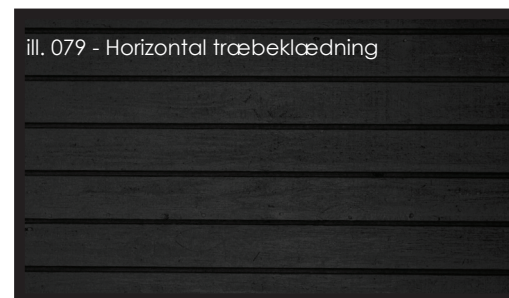
ill. 076 - Den valgte garage/carport løsning. Her forlænger carporten modulets tag og giver et sammenhængende udtryk. Denne løsning kan kombinere med flere sider af modulet uden at det forringer det overordnede udtryk af boligen.

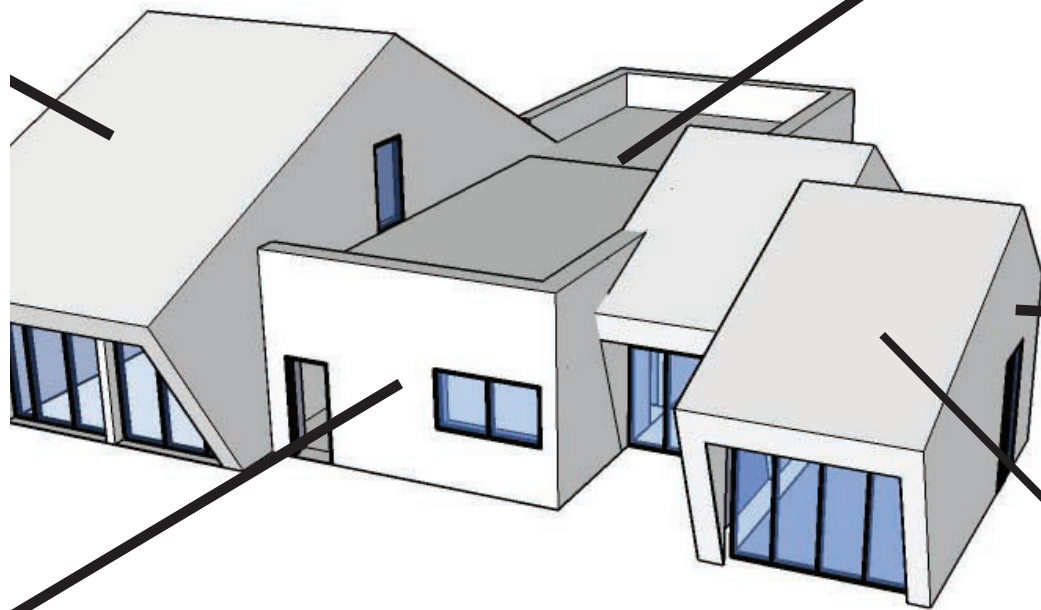
Materialer

Det er tidligere beskrevet hvilke ønsker kommunen havde med området. De ønsker tunge materialer i hvide eller grå på hovedparten af facaderne. Boligerne er lavet ud fra det ønske at de skal samles på fabrik og fragtes i moduler ud til grunden. Derfor er der ikke muligt at lave konstruktionerne af tungematerialer. De er derfor i stedet lavet med lette trævægge hvor der tilføjes et pudslag i hvid. De hvidpudsede facader er på alle facader med undtagelse af grundmodulet der med sin form skiller sig ud fra de øvrige moduler, derfor er der valgt at den også skal skille sig ud i facadematerialet. Her er der valgt et sortbejdet træ der ligger i vandrette bånd. Den sorte farve er ligeledes repræsenteret i alle vinduesrammerne. De sorte skaber en god kontrast til den hvide facade.

Der er også fra kommunens side ydret ønske om hvilken tagbeklædning der er på disse huse. De ønsker et sort eller gråt tag dog må det ikke være reflekterende. Taget på boligerne er tagpap med listedækning. På de hvide moduler. Dette bliver kombineret med solceller på de sydvendte tagflader. På grundmodulet er der ligesom ved facaderne differentieret i materialevalget og typen af tag. Her er der mulighed for at anlægge et grønt tag med tilhørende terrasse der løber i fuld længde over grundmodulet og carporten.

Tagets kan tildækkes af en zinkliste der definerer overgange fra ydermur til tag. zinklisten løber rundt om alle tage og binder på den måde grundmodulet sammen med de øvrige moduler.





Design Vinduer

VINDUETS PLACERING

Der er forskellige muligheder for placering af vinduer i vinduesrammer og for udformningen af vinduesrammer. I boligen er der to forskellige placeringer af vinduerne. De store vinduer i nord og syd facaderne og det mindre badeværelsesvindue samt aksens vinduer.

GLAS PLACERING

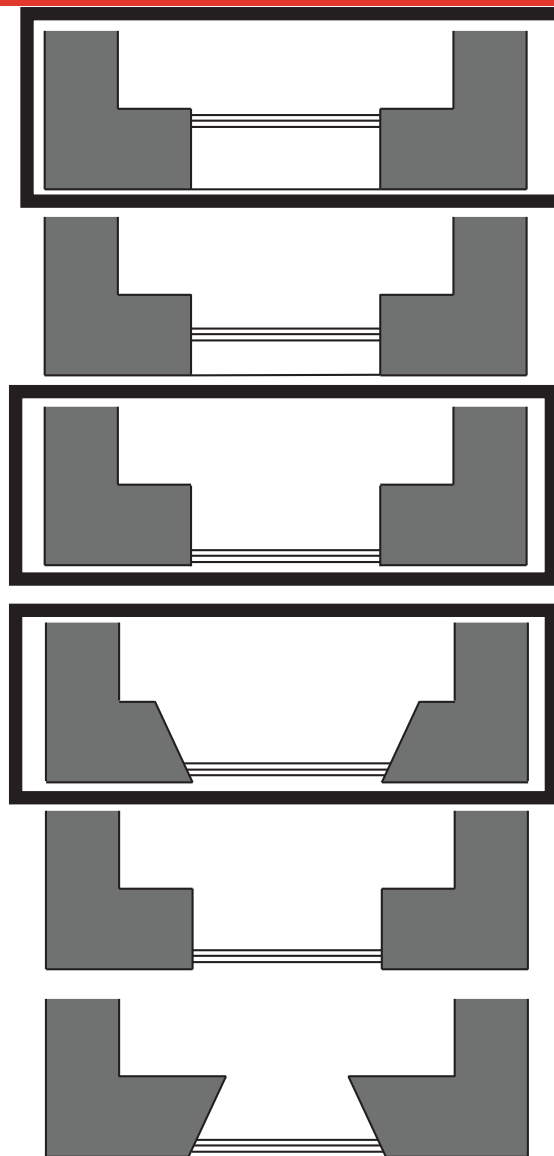
Glasset kan placeres på forskellige måder i rammen, yderst hvor det flugter med facaden, centralt eller inderst hvor vinduet flugter med indervæggen.

Der er fordele og ulemper ved alle løsningerne. Fordelen ved at placere vinduet inderst er at der opstår en dybde i udtrykket af facaden.

Løsningen med glas i midten af rammen er den mest bæredygtige af de tre, da det ved denne placering er lettere at undgå kuldebroer. Derudover giver denne løsning dybde i både yder- og indervæg.

Placeres glasset yderst på facaden giver det en kontinuerlig og uafbrudt facade. Indvendigt opstår det en lille niche, der evt. kan bruges til at sidde i pga. ydervæggens tykkelse.

De valgte løsninger er de to yderligheder. I de store vinduer er vinduet trukket ind i facaden for at skabe en dybde i facaden. Ved aksevinduerne og badeværelsesvinduet er de trukket ud i facade, for at skabe en glidende og sammenhængende facade i øst og vest.



ill. 083 - Vinduets placering i muren og murhullets form

FORM AF RAMMEN

Vinduesrammen kan formes til at skabe forskellige lysforhold inde i boligen uden at ændre mængden af glas i vinduet.

Rammen kan formes således at den er mindre end vinduet. Dette gør at rummet bliver mørkere og mere intimt. Den kan være større end vinduet hvilket giver et rum med større lysindfald en ved en almindelig vinduesramme.

Løsningen der er valgt, er den udvidede ramme, da dette øger den naturlige dagslysmængde. De vinduer der anvender denne løsning er aksens vinduer samt vinduet i badeværelset. Her er der ikke mulighed for at sidde hvilket, så det er ikke en nødvendighed at rammen er lige. De store vinduer i syd og nord har ikke en decideret ramme da de udfylder hele endevæggen i bredden. Dog anvendes den lige ramme i deres møde med loftet.

Formålet med de store vinduer er at udnytte den dejlige udsigt der er mod syd. Men samtidig er det også hensigten at der skal være så højt et dagslysniveau som muligt. Og her hjælper de store vinduer betragteligt. Med udformningen af modulerne er det ligeledes muligt at trække den lave vintersol ind i boligen. For på den måde at hjælpe med opvarmningen i vintermånederne.

VINDUESTYPE

Vinduestypen der er valgt til projektet er Pro Tec 7 vinduer. Fordelen ved denne type vinduer er at det er et af de mest energieffektive vinduer på markedet. Det er konstrueret af en træramme og GRP der er glasfiberarmeret polyester. Denne type vindue giver minimalt kuldeneffald og træk. En anden fordel ved denne type er den slanke ramme, der giver en stor glasandel, hvilket maksimere lysindfaldet



ill. 084 - Eksempel på Protec vinduer i Vandkunstens boliger i Viken, tre gudor

Design Ventilation

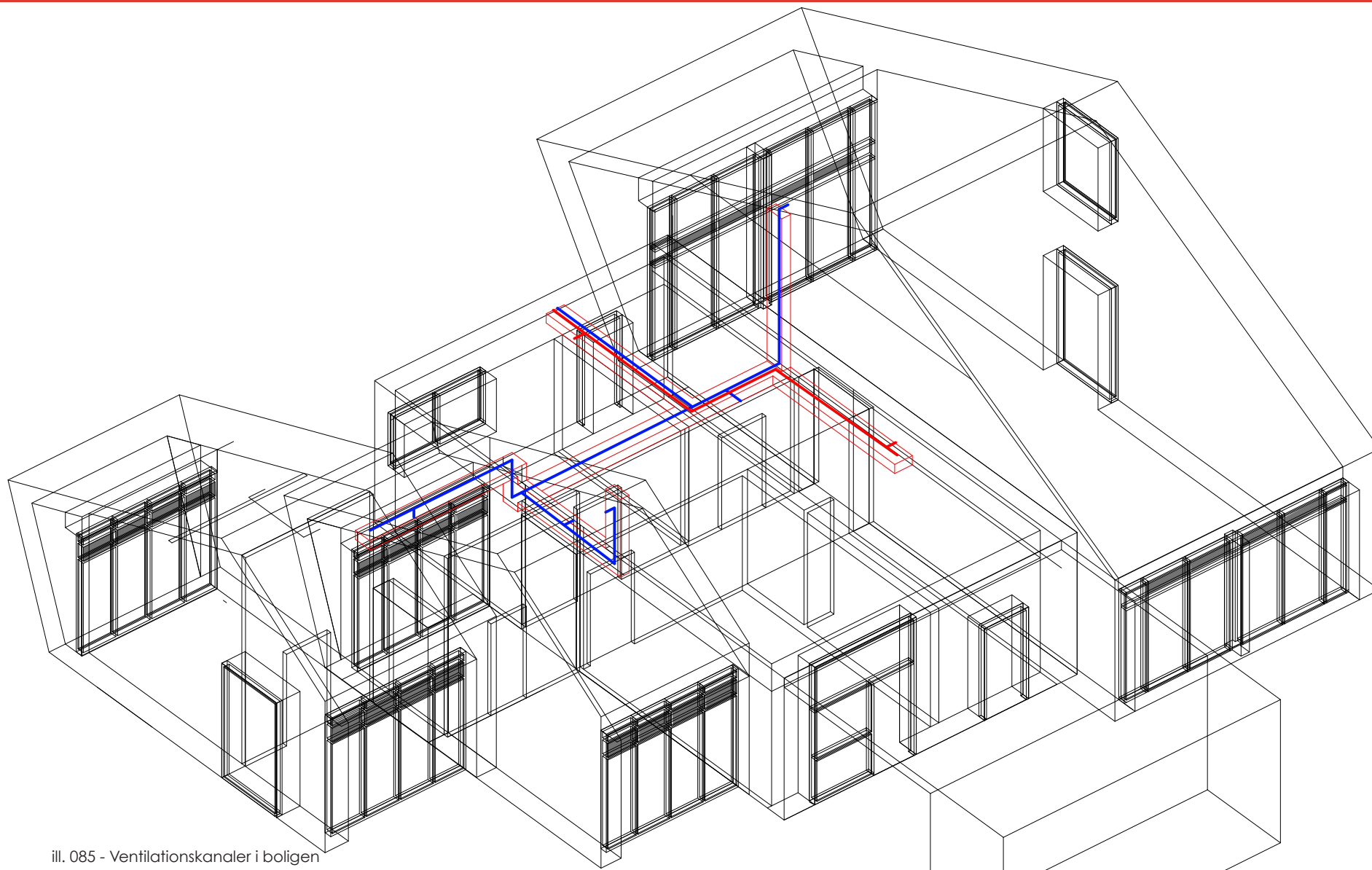
Det er valgt at anvende hybrid ventilation i boligen da det på denne måde er muligt at ventilere på alle dage uden at det skal blive ubehageligt i vintermånederne. Derfor vil der i disse måneder være mekanisk ventilation, her er det muligt at anvende varmegenvinding hvorved varetabet sænkes betragteligt. I sommermånederne er det ikke længere en fordel med varmegenvinding og kravet til ventilationen er steget på grund af de stigende temperaturer. Derfor anvender der i disse måneder naturlig ventilation.

MEKANISK VENTILATION

Boligen er designet således at teknikken ligger i grundmodulet eller i direkte forbindelse med det, derfor er føringsvejene til de kritiske områder som køkken og badeværelse i kortest mulig afstand fra teknikrummet der ligger i bryggerset. Ventilationens kanalerne løber under loftet i grundmodulet. Herfra tilsluttes kanalerne fra værelsesmodulerne i deres ydervæg, da der er niveauforskel fra grundmodulets tag til værelsesmodulets tag. Derfor løber rørene inde i ydervæggen af værelsesmodulet og videre over loftet. Ventilationsrørene har en diameter på 10 cm. Der er ud fra ventilationsberegningen fundet at tilførelsen af frisk luft er beregnet til 0,57 h⁻¹ hvilket svare til 50,61 l/s. Mindstekravet ifølge BR10 til køkkener er 20 l/s og badeværelser 15 l/s

NATURLIG VENTILATION

Den naturlige ventilation i boligen foregår automatisk ved hjælp af de små vinduer der er over dørene i nord og sydfacaderne. Det er automatisk fordi, det på den måde er nemt at indstille ventilationen til at starte udluftningen 30 min inden familien kommer hjem fra arbejde og skole. På den måde er der ikke et ubehageligt varmt og trykket indeklima når familien kommer hjem. Ventilation og indeklimaet er dokumenteret i appendiks XX B-sim og Be10. Simuleringen i B-sim viser at der på trods af de store vinduesarealer i boligen er et acceptabelt indeklima.



ill. 085 - Ventilationskanaler i boligen

Design Konstruktion

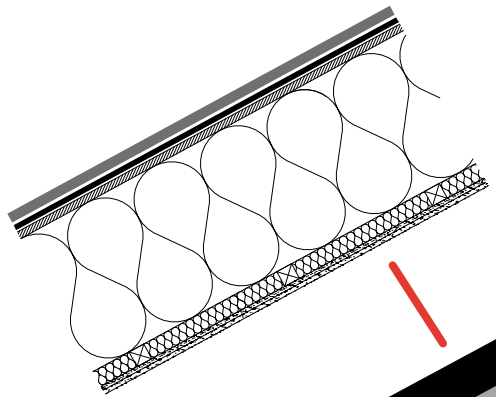
Konstruktionen har været en meget vigtig faktor i udformningen af modulerne, dels fordi ønsket om at lave en 0-energi bolig kræver konstruktioner af en vis U-værdi og tykkelse men også fordi arbejdet med moduler kræver samlinger hvor der spildes mindst mulig materiale. Det vil sige at det har stor betydning om modulerne samles udenpå hinanden eller om de skyder ind i hinanden (se tabel nr. xx Samlinger)

Ydervæggene i modulerne er lette bærende vægge med træskelet. Dette er valgt fordi modulerne skal fragtes og derfor skal være så lette som muligt. Til facaden anvendes hvid puds der påføres direkte på den udvendige isolering. Dette er valgt for at imødekomme kommunens ønsker om udtryk i området. På grundmodulet er facaden anderledes, her monteres en horizontale sortbejdet træbeklædning.

Taget er beklædt med et listedækket tagpap. Som tidligere beskrevet ønsker kommunen her et sort ikke-reflekterende tag. Derfor er valget faldet på tagpap

På taget af grundmodulet er der anlagt et grønt tag med en lille terrasse. Dette er valgt fordi det går godt i spænd med den bæredygtige tanke der med et 0-energi byggeri.

Konstruktionerne har stor effekt på husets energiforbrug, hvilket Be10 beregningen i Appendiks xx viser. Den viser at den beregnede bolig overholder kravet om lavenergiklasse 2015 uden brug af solceller. Med solceller opfyldes kravet om 0-energi.

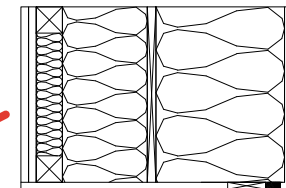


Solceller
Tagpap
22 mm krydsfiner
450 mm Isolering
Dampspærre
50 mm isolering
2x13 mm gipsplader

U-værdi 0,06 W/m²k

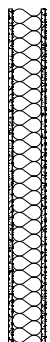
13 mm gips
45 mm krydsforskalling + iso
Dampspærre
145 mm isolering
15 mm krydsfiner
220 isolering
8 mm Puds

U-værdi 0,09 W/m²k

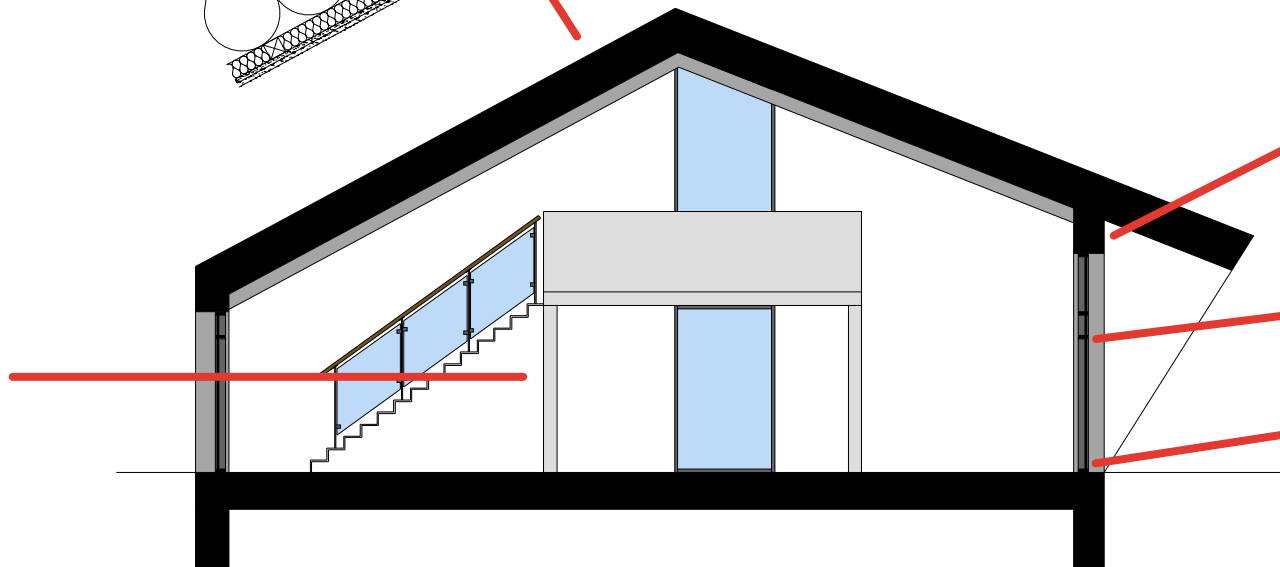


Vinduer

U-værdi 0,7 W/m²k



13 mm gips
100 mm isolering
13mm gips



Afslutning

Vurdering

Metoden der er anvendt i projektet er den integrerede design proces. Den er brugt til at samle oplysninger fra mange forskellige grupper, hvorefter de samles til et produkt hvori mange af løsningerne er integrerede. Projektet har været en lang iterativ proces hvor alle beslutninger er taget på baggrund af tidligere betragtninger. Ved at gøre det på denne måde kan der hele tiden optimeres på produktet igennem hele processen.

Resultatet af dette, er at boligerne i projektet, har integrerede løsninger, for at kunne opnå målet om 0-energi. Det vigtigste mål i projektet var at opnå et acceptabelt energiniveau uden hjælp fra aktive systemer. Her kom boligen ned på 35,1 kWh/m² hvilket er nok til Lavenergiklasse 2015.

En vigtig faktor for at kunne opnå dette resultat er ved optimerede u-værdier for konstruktionerne. De er på boligen relativt lave hvilket også gør at tykkelsen af vægge er lidt større end normalt. En anden måde at nedbringe energiforbruget på er ved at lave mere kompakte løsninger. Hvis dette skulle effektueres på disse boliger ville det underminere nogle af de integrerede faktorer, såsom taget hældning og solafskærmning. Ligeledes ville formudtrykket lide under det.

Hver bolig har et stort privat udeareal, som er defineret af måden modulerne er samlet på. Der opstår nogle interessante uderum i de mange kroge modulerne kreere. Dette ville ikke være mulig hvis der var satset på at skabe et ultra kompakt byggeri.

Et andet vigtigt element er boligens centrale akse. Den forbinder alle modulerne og skaber nogle åbne, lyse og interessante rum. Det er samtidig også den der definerer hvordan den ydre form ser ud, da modulerne kun skal forholde sig til akse.

Boligens planløsning er udformet til at være store åbne områder, der giver brugeren mulighed for selv at definere hvordan rummene skal bruges. Der er ligesom det ydre udtryk en vis foranderlighed i de planer der opstår når modulerne kombineres forskelligt.

Præsentation

Situationstionsplan 1:1000
Matrikelplan C1 1:200
Plan C1 1:100
1.sal plan C1 1:100
Opstalt nord C1 1:100
Opstalt øst C1 1:100
Opstalt syd C1 1:100
Opstalt vestC1 1:100
Længdesnit C1 1:200

Matrikelplan C11 1:200
Plan C11 1:100
1 sal plan C11 1:100
Opstalt nord C11 1:100
Opstalt øst C11 1:100
Opstalt syd C11 1:100
Opstalt vestC11 1:100
Længdesnit C11 1:100
Plan C1 med mål 1:100

