SYSOPSIS

Projektet tager udgangspunkt i bæredygtig arkitektur, samt kommunens ønsker for området. Dette kommer til udtryk i form af skovparceller på en grund i Gug.

Boligerne er designet så de ved drift har et meget lavt energiforbrug. Dette er opnået ved at anvende naturens ressourser, samt ved at anvende passive og økologiske principper i designet.

Klimaet omkring boligerne har haft afgørende betydning for designet, til at udnytte passiv solvarme og naturlig ventilation i perioder, hvor dette er hensigtsmæssigt. Boligen er desuden designet med henblik på at skabe boliger med et godt og behageligt indeklima, samt af høj arkitektonisk kvalitet.

ENGLISH VERSION
The starting point of the project was sustainable architecture and the municipalitys plans for the areal. This is expressed in forest housing at a site in Gug.

The residences are designed with a low energi consumption, by using the resources of the nature and by using passive and ecological strategies in the design.

The climate around the buildings, have had a decisiveimportance for the design. To make use of passive solar heat and natural venilation i periods where this could be appropriate. The residences are designed with in preparation for maintaining good indoor climate and residences of a high architectural quality.

FORORD

Dette er et 10. semester kandidat projekt, udarbejdet på Arkitektur og Design uddannelsen på Aalborg Universitet. Projektet er opdelt i afsnit værende:

- Program
- Præsentation
- Proces
- Appendiks

Rapporten kan læses helt eller delvist, men der opfordres til at læse hele rapportens indhold.

TITELBLAD

Tema: Bæredygtig arkitektur
Projekttitel: Skovparcellerne
Projektperiode: 02.09.2009 - 06.01.2010
Gruppe: MA4 - ARK3, 2010
Vejleder: Peter Lind Bonderup
Sidetal: 194
Opslagstal: 7

Henriette Knak

MA4-ARK3, Januar 2010

AAlborg Universitet
Arkitektur og Design

INDHOLDSFORTEGNELSE

SYNOPSIS, FORORD OG TITELBLAD	1
INDLEDNING OG LÆSEVEJLEDNING	4
MÅLSÆTNING	5
VISION	5
OMRÅDET	6-15
TOPOGRAFI OG BEPLANTNING	10-11
SKYGGER PÅ GRUNDEN	12-13
STEMNING	14
NÆROMRÅDET	15
MATERIALER	15
ADGANGSFORHOLD	15
MÅLGRUPPEN OG RUMPROGRAM	17
BÆREDYGTIGHED	18-26
PASSIV HUS STRATEGIER	20
ØKOLOGISK HUS	21
VANDBESPARELSER OG GENBRUG	22
MATERIALER	23-25
GRØNNE TAGE	26
ARKITEKTUR OG FUNKTIONALITET	27-29
ARKITEKTONISK KVALITET	27
DEN MODERNE BOLIG	28
OPSAMLING	29
INSPIRATION OG CASESTUDIER	30-35
BRUG OG INDRETNING	30-31
OPSAMLING	31
FORANDERLIGHED	32-35
INDEKLIMA	36-37
DAGSLYS OG LYSSTUDIER	38-43
SOLFORHOLD PÅ GRUNDEN	39
SOLEN SOM VARMEKILDE	40
AKTIVE STRATEGIER	41
DAGSLYS OG VINDUERNES PLACERING	42-43
GLASSETS AREAL	42-43
VINDFORHOLD OG VENTILATION	44-49
VINDFORHOLD PÅ GRUNDEN	44
VINDHASTIGHED	45-46
VIND OG BEPLANTNING	47
VENTILATIONSSTRATEGIER	48
NATURLIG VENTILATION	48-49
OPSAMLING	50-51
PRÆSENTATION	52-75
DESIGNPROCES	76-159
LARGE-FASEN INDLEDENDE	78-81
MEDIUM-FASEN INDLEDENDE	82-83
SMALL-FASEN INDLEDENDE	84-85

IDÉEN OG HISTORIEN 86
MULIGHEDER MED PLANLØSNING 87-91
PARKERING 92-96
BYGNINGENS MØDE MED JORDEN 97
PLACERING PÅ GRUND 98-99
UDTRYK OG OPLEVELSE 100-101
KRYDSETS UDFORMNING 102-103
UDVIKLING AF YDRE FORMUDTRYK 104-105
FORSØG MED TAGHÆLDNING 106-109
UDVIKLING AF PLANLØSNING 110-113
ENDELIG PLANLØSNING 114-115
VINDUER OG ENERGIFORBRUG 116-117
VINDUESPLACERING 118-122
ENDELIG PLACERING AF VINDUER 123
UDERUM 124-126
ENDELIG UDFORMNING AF UDEAREALET 127
GARAGENS MØDE MED BOLIGEN 128-130
ENDELIG UDFORMNING AF GARAGEN 131
ENERGIFORBRUG 132-134
MATERIALER 135-136
VÆG KONSTRUKTION 137-138
LOFT KONSTRUKTION 139
OPSAMLING AF REGNVAND 140-141
GRØNT TAG 142-143
VINDUER 144-148
SOLAFSKÆRMNING 149
DAGSLYS 150-151
VENTILATION 152-154
OMRÅDETS ENDELIGE UDFORMNING 155-157
SOLFORHOLD PÅ GRUNDEN 158
VINDFORHOLD OMKRING BYGNINGERNE 159

VURDERING 160-161
APPENDIKS 1: METODE 162-164
APPENDIKS 2: VÆRKTØJER OG TEORI 165-180
2.1 BEOG 167
2.2 KULDEBRODER 168
2.3 VINDUER 169
2.4 BUILDDISK 170-171
2.5 U-VÆRDIER 172-173
2.6 DIAL EUROPE 174-175
2.7 DIAL EUROPE TEORI 176-179
2.8 ECO - FACTOR 180
APPENDIKS 3: BEREGNING AF NØDVENDIG LUFTSKIFTE 181-182
APPENDIKS 4: BEREGNING AF VENTILATION 183-184
APPENDIKS 5: SOLCELLER 185-187
APPENDIKS 6: JORDVARME 188-189
APPENDIKS 7: AREALBESTEMMELSE AF BOLIGENS RUM 190
7.1 BOLIGSTØRRELSER 191

KILDELISTE 192-193
ILLUSTRTIONSLISTE 194

INDLEDNING

Projektet omhandler designet af boliger til en grund i Gug, i Aalborg. Boligerne er udformet med bæredygtighed som en vigtig del af projektet, så energiforbruget kommer ned på et minimum, både i driften af bygningen, men også i opførslen af bygningen. Indeklimaet er en væsentlig del af projektet, da dette opfattes som en forudsætning for et godt arkitektonisk projekt.

Området og boligerne skal ifølge kommunens planer have en skovmæssig karakter, da området ligger på grænsen mellem naturen og byen. Skoven og dens karakter er derfor anvendt som inspiration, for at skabe interessante boliger og et spændende område.

Yderligere er temaet for projektdesignet foranderlighed, som kommer til udtryk i bygningens arkitektur, både bygningens facader, men også i boligens indretning.

Projektet har været en iterativ proces mellem tekniske aspekter og arkitektoniske overvejelser, for at skabe bygninger der er udformet ud fra bæredygtige overvejelser, men på samme tid tilfører området høj arkitektonisk kvalitet.

LÆSEVEJLEDNING

Rapporten starter med et program for projektet. Programmet er opbygget med analyser af alle relevante emner for projektet. Emnerne er gennemarbejdet og klarlagt, hvordan disse videre anvendes i projektet.

Der forefindes opsamlinger med jævne mellemrum i rapporten, disse er udarbejdet gennem rumprogrammet, for til sidst, at have et rumprogram der er meget detaljeret.

Umiddelbart efter programmet, vil projektets endelig resultat blive præsenteret, i form af illustrationer og korte beskrivelser, samt facader, snit og plantegninger.

Herefter vil processen for projektet blive gennemgået. Processen er udarbejdet med afsæt i analyserne. Der vil derfor blive henvist tilbage til analyser igennem processen, samt løbende vil nye analyser blive præsenteret, som supplerende analyser til dokumentation af processen.

Bagerst i rapporten, som appendiks, er et værktøjsafsnit udarbejdet. Dette har til formål at forklare hvilke tekniske værktøjer der er anvendt i projektet, både i analysedelen, processen og til eftervisning af produktet. Efterfølgende vil der være en række appendiks, som er uddybende viden til emner bearbejdet i projektet.

Formålet med et indledende program, er at opsætte designkriterier og vurderingsværktøjer, så designprocessen løbende kan vurderes, og på den måde gøre boligerne en integreret del af området og udforme boliger af høj arkitektonisk kvalitet.

Metoden for projektet er den "Integrerede design metode", som er beskrevet i app. 1, sammen med en beskrivelse af den arbejdsmetode der anvendes i projektet.

MÅLSÆTNING

Visionen for projektet, er at udarbejde et område med boliger på en grund i Gug. Grunden ligger på grænsen mellem tæt bybebyggelse og den åbne natur.

Planerne for grunden er at skabe et skovlignende landskab, som skal være overgangen mellem byen og naturen. Boligerne skal placeres i et skovbryn og have karakter af at bo i skoven.

Projektets angrebsvinkel er bæredygtigt design. Dette vil primært komme til udtryk i boligernes energiforbrug ved drift. Boligkomplekset vil blive designet ud fra analyser af hvordan energiforbruget kan holdes på et minimum, som gøres blandt andet ved at undersøge klimaet omkring boligen og udnytte naturlige resurser, ved at se på både passive og aktive metoder.

Der vil primært blive set på energiforbruget af boligens drift, men også boligernes opførsel vil blive taget i betragtning, så der ikke anvendes unødig energi til fremstilling og fremskafning af materialer.

Målet for energiforbruget, er i første omgang, at få det så langt under lav-energiklasse 1 i bygningsreglementet som muligt, uden at anvende unødige redskaber. Her menes eksempelvis urimelige mængder af isolering, samt anvendelse af aktive strategier som solceller, solfanger og jordvarme. Aktive strategier vil blive undersøgt og anvendt, hvis disse kan bidrage prositivt til designet, uden at økonomien springes.

Et andet aspekt der er uundgåeligt når der tales lavenergibebyggelse er økonomi. mange fravælger at bygge bæredygtigt, da det ofte anses for at være væsentlig dyrer i opførsel. Det har derfor været ønsket at se på priserne af de materialer der anvendes, så unødvendig dyrer materialer ikke vælges.

Ud over de mere tekniske aspekter er det målet for projektet, at skabe en bebyggelsesplan med høj arkitektonisk kvalitet, der kan skabe gode rammer for beboerne. Boligen skal indeholde frihed og privathed for beboerne og give disse en oplevelse af at bo tæt på naturen. Kvaliteten ved at bo tæt skal fremhæves ved at have fælles relationer mellem boligerne, samt mulighed for fælles udeområdet til fælles aktiviteter.

Dagslys er uundværligt for menneskets velvære og derfor vigtig at inddrage, som en nødvendig faktor i boligen. Dagslyset er med til at skabe gode og behagelige rum, hvorfor dagslys vil være en vigtig del af projektet. Derdover kan dagslys og sollys også være en kilde til besparelse af elforbruget i boligen, hvilket ikke er omfattet energibestemmelserne, men anses som en meget vigtig del, når der tales bæredygtighed.

VISION

At skabe en bebyggelsesplan med
skovmæssig karakter, med et minimum forbrug af energi, og som på
samme tid skaber boliger af høj arkitektonisk kvalitet.

Grunden der i projektet bearbejdes, ligger i den sydøstlige del af Gug. Det er et nyt boligområde, der endnu ikke er bebygget. Følgende afsnit vil klarlægge den præcise beliggenhed, størrelse og hensyn der i projektet skal bearbejdes.

OMRÅDET: SYDØST GUG

Gug er et område i den sydlige del af Aalborg (Ill. 2). Det er et område med mange villagrunde og har karakter af en lille provinsby. Indtil 1950´erne var Gug en selvstændig by, men med Aalborgs kraftige vækst i 50´erne, voksede Aalborg og Gug sammen.

Tre nye veje er anlagt og tilhørende grunde er udstykket, men der er endnu ikke nogen boliger bygget i området. Kassandravej (ill. 4), som er den midterste vej af de tre, er den eneste vej der endnu er klargjort. Resten foreligger som grønne marker i dag.

Grunden der arbejdes med i projektet ligger på den sydøstlige side af Ikarosvej (Ill. 5, markeret med rødt). I dag ligger området i udkanten af byen med naturen på tætteste hold, både imod nord, øst og syd. Dette gør området ret specielt, da det ligger i meget kort afstand til byen og på samme tid ligger grunden direkte i naturen.

Aalborg kommune har udarbejdet en designvejledning i forbindelse med lokalplanen for hele området, som beskriver visionerne for området. Designvejledningen omhandler primært områdets karakter og muligheder, som opdeles i tre typer karakterer; skov, park og haver.

Ill. 1.

Ill. 2.

Ill. 3.

Ill. 4.

Ill. 5.

SKOVEN

Skovparcellerne er udstykket på 16 store grunde, som ligger i et bånd omkring området. Bygningerne skal udformes som sammenhængende bygninger, eller i punktform. Omkring skovparcellerne skal beplantningen være af skovmæssig karakter (Ill. 6 og ill. 7). Den ydre del af skovbåndet skal være tæt og høj, med gennembrydninger til indkørsel og udsyn fra området. Den indre del af skovbåndet skal være mere åbent og gennemsigtigt (ill. 7). 25 % af grundenes areal skal derudover beplantes med skovlignende beplantning.

PARKERNE

Mellem haveparcellerne udformes to parker, som vil være af forskellige karakterer. Parken længst imod nord er primært til fysiske aktiviteter, indrettet med store grønne friarealer, fodboldbane og basketballbane. Der anlægges asfalteret stier til gennemkørsel og gennemgang. Parkarealet længst imod syd er indrettet til ophold i forskellige indrettede områder. Der vil være et rigt blomsterliv i området og masser af muligheder for ro og afslapning.

HAVERNE

Haverne er tilknyttet parcelhusene og indrettes med græsplæner, klippede hække og solitære træer. Bebyggelsen og beplantningen vil være mindre end skovparcellerne, med en bebyggelse på 1-2 etager.

TORVENE

Ud over parkerne vil der imellem villaerne være torve, der udformes som store opholdsarealer. Kørebane og ophold er her ikke adskilt, men biltrafikken må underordne sig de bløde trafikanters færden.

GRUNDEN

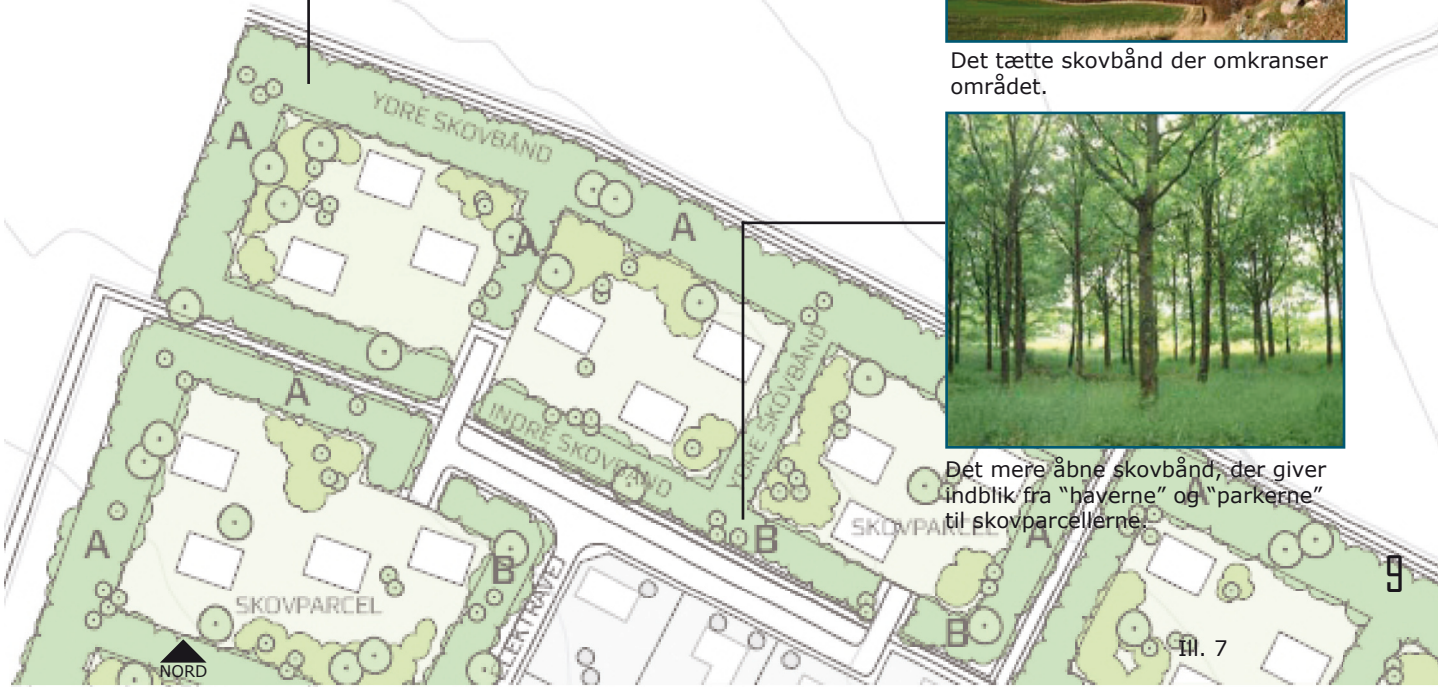
Grundene der i projektet bearbejdes er markeret med rødt på ill. 6, som er en del af skovparcellerne. Disse grunde skal udformes som rækkehuse eller punkthuse, med 2-3 etager. Parcellerne må ikke overstige en højde på 9 meter. Der må udformes maksimalt 8 boliger pr. grund, eller maks 600 m^2 pr. grund.

Byggeriet skal placeres mindst 2,5 meter fra skel og bebyggelsesprocenten må ikke overstige 30 %.

Ill. 6. Inddelingerne af grundende i forskellige karakterer. Valgte grunde er markeret med rødt.

Det tætte skovbånd der omkranser området.

Det mere åbne skovbånd, der giver indblik fra "haverne" og "parkerne" til skovparcellerne.



Ill. 7

TOPOGRAFI OG BEPLANTNING

Grunden har en sydvendt skråningsflade med en fantastisk udsigt over det store landskab imod syd og øst (ill. 9). Terrænet skal så vidt muligt beholdes med det naturlige bakkede terræn. Udsigten udnyttes sammen med skoven til at give beboerne en oplevelse af området i dagligdagen.

Højdeforskelle på grunden er op til 5 meter. Terrænet skal understrege områdets bløde bakkelandskab, der skal overdrives fremfor sløres, og der må maksimalt terrænreguleres 0,5 meter +/-. Grunden må ikke planeres. På ill. 10 ses højdekurverne for området. Det højeste punkt på grunden er 24 meter over havets overflade. Terrænnet skråner nedad imod syd, sydøst.

Tegnes et snit af grunden (Ill. 8) ses det at grunden skråner imod syd, som kan anvendes i forbindelse med udsigt og lysforhold når boligerne skal placeres i forhold til hinanden.

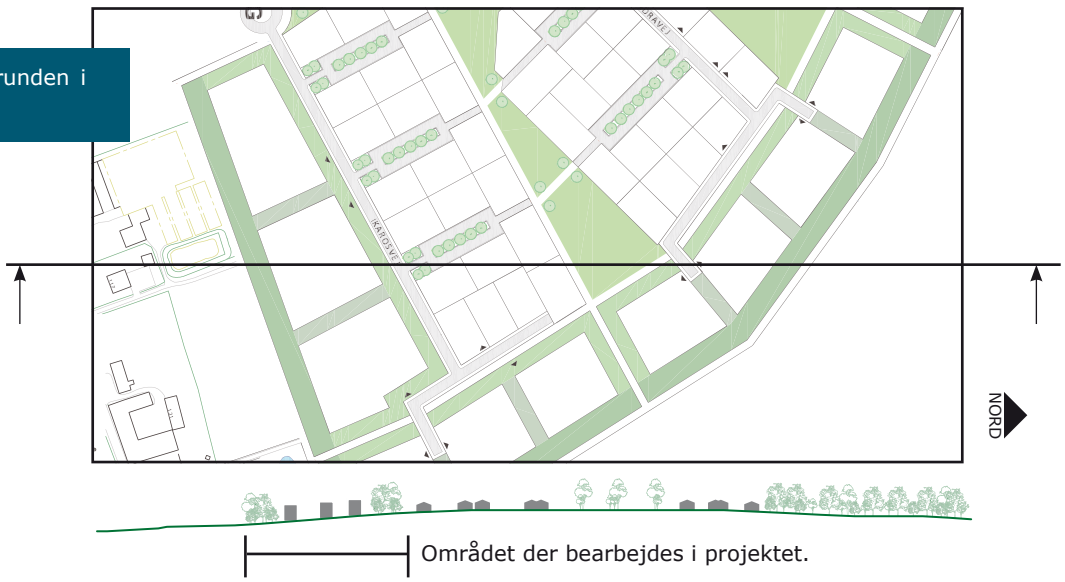
Omkring skovparcellerne vil et område på 10-15 meter være beplantet med et skovbånd af både høje træer og tæt skovbryn. Skovplantagen skal give en særlig identitet til området og give den landskabelige kvaliteter.

Beplantningen kan gennembrydes for at sikre udsigt til omgivelserne. Dette må maksimalt være 10 meter målt i skel. Gennembrydningerne må derudover maksimalt ske med 15 meters afstand. Derudover skal 25 % af grunden udlægges til skovbeplantning og det resterende udlægges som græsarelaer. Der må godt benyttes faste hegn i forbindelse med afgrænsning af terrassearealer.

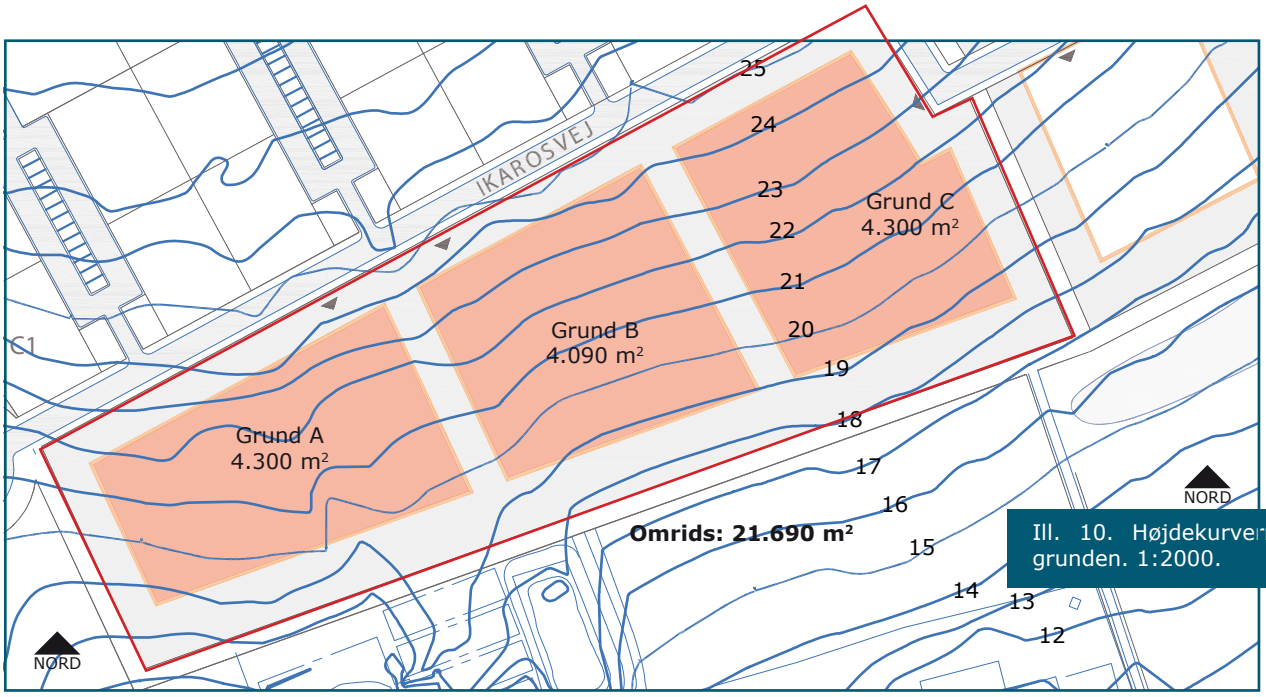
Beplantningen på grundende skal sikre fornemmelsen af at bo i en skov. Beplantningen der ønskes på og omkring skovparcellerne er vist på ill. 11. Det er en blanding af planter med mange forskellige farver, og mange som blomstrer i løbet af foråret. Tætheden af beplantningen er høj i løbet af sommeren, hvilket betyder at ikke meget sol trænger igennem beplantningen.

Det skal overvejes, at tætheden kan medføre store skyggevirkninger på grunden om vinteren, og dermed forringe anvendelsen af den passive solvarme om vinteren. Den høje beplantning skal derfor primært anvendes i randbeplantningen omkring skovparcellerne.

Ill. 8. Snit af grunden i 1:5000.



Ill. 9. Udsigten imod syd fra fra grunden (se ill. 15).



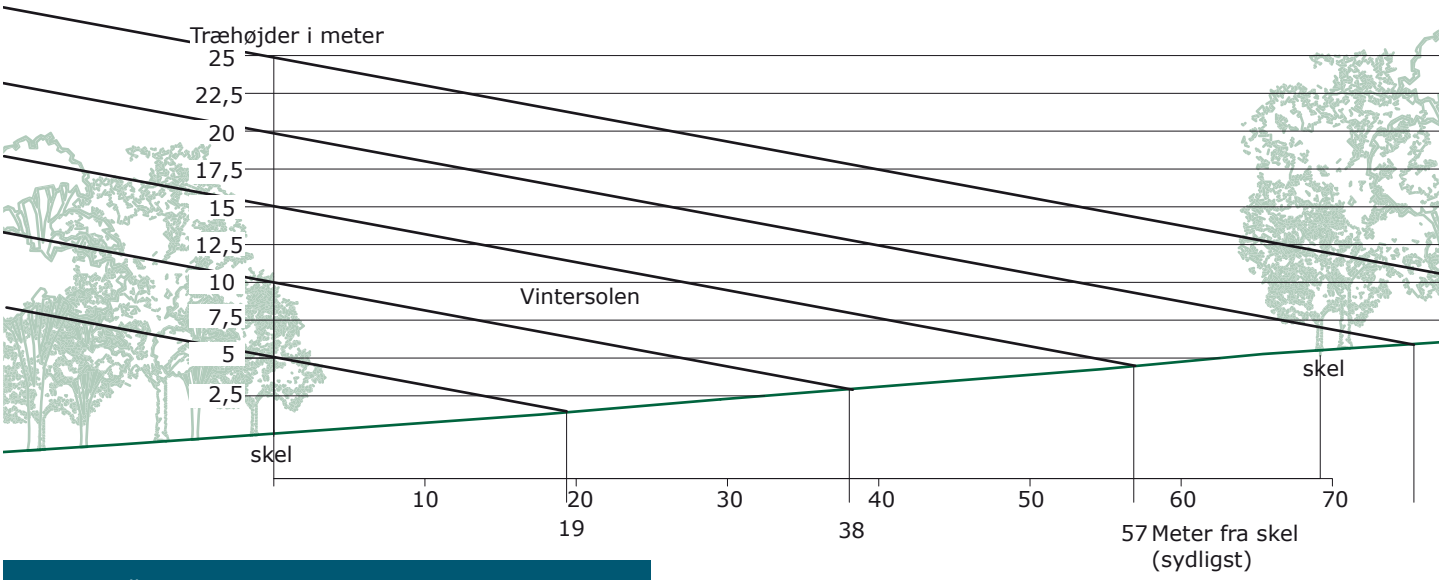
Ill. 10. Højdekurverne på grunden. 1:2000.

Træer, høje: eg, ask, rødel, valnød
Træer, mellemhøje: fuglekirsebær, hæg, vildæble, bærmispel, syren, røn
Buske: liguster, surbær, fjeldribs, dunet gedeblad, sargentæble, hassel, blærespiræa.

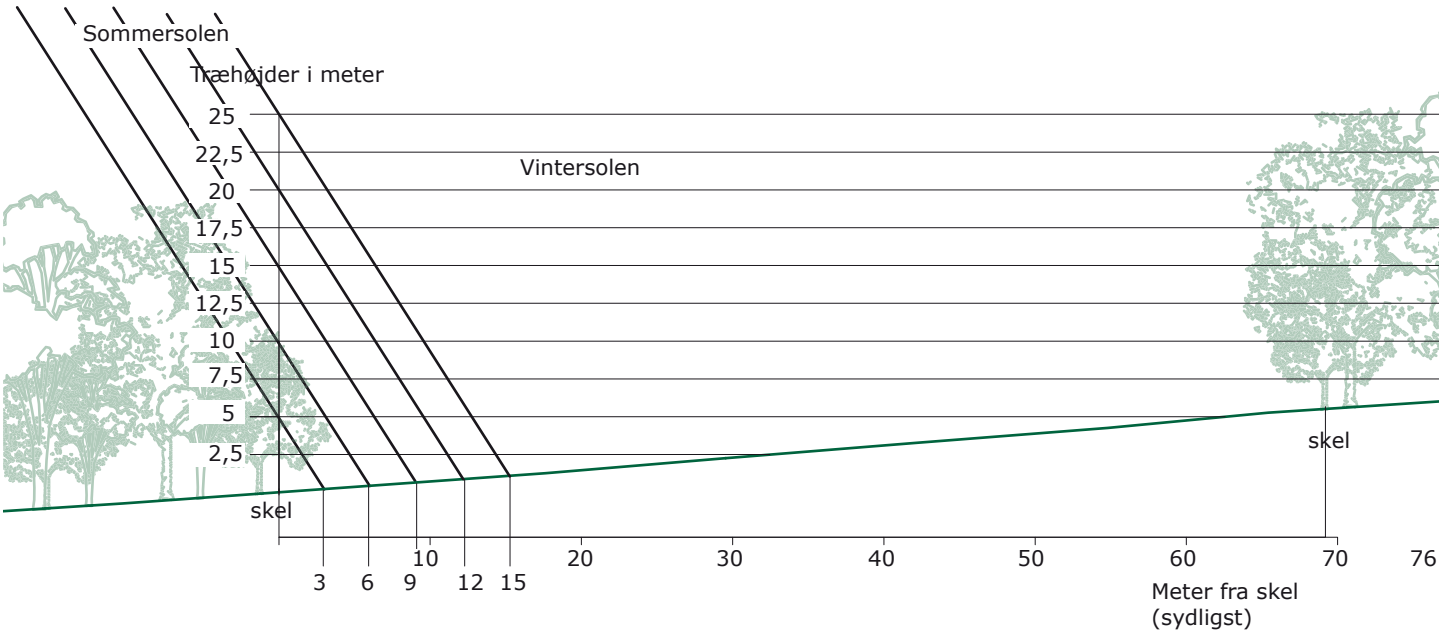
Ill. 11. Planter der ønskes anvendt på og omkring skovparcellerne.

SKYGGER PÅ GRUNDEN

Beplantningen på og omkring grunden, har indflydelse på, hvor meget direkte sol der forekommer. Derfor er det vigtigt at se på forskellige højder af træer, og hvor meget de skygger, for at bestemme hvor på grunden bygningerne skal placeres, og om det er nødvendigt at lave brydninger i randbeplantningen.



Ill. 12.
Skyggelængder på træer i højden 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter og 25 meter om vinteren.

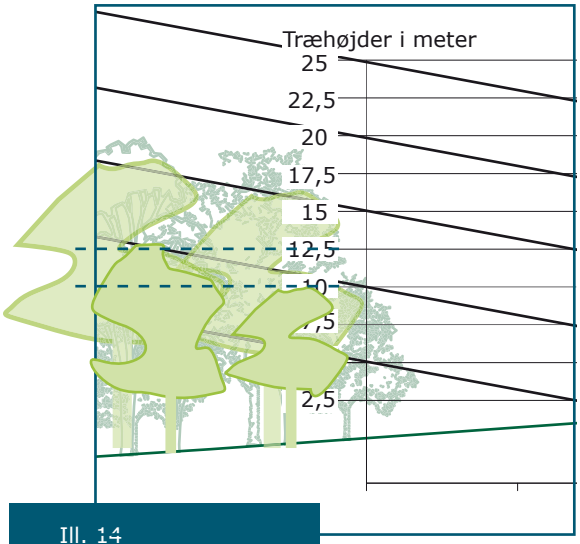


Ill. 13.
Skyggelængder på træerne i samme højder om sommeren.

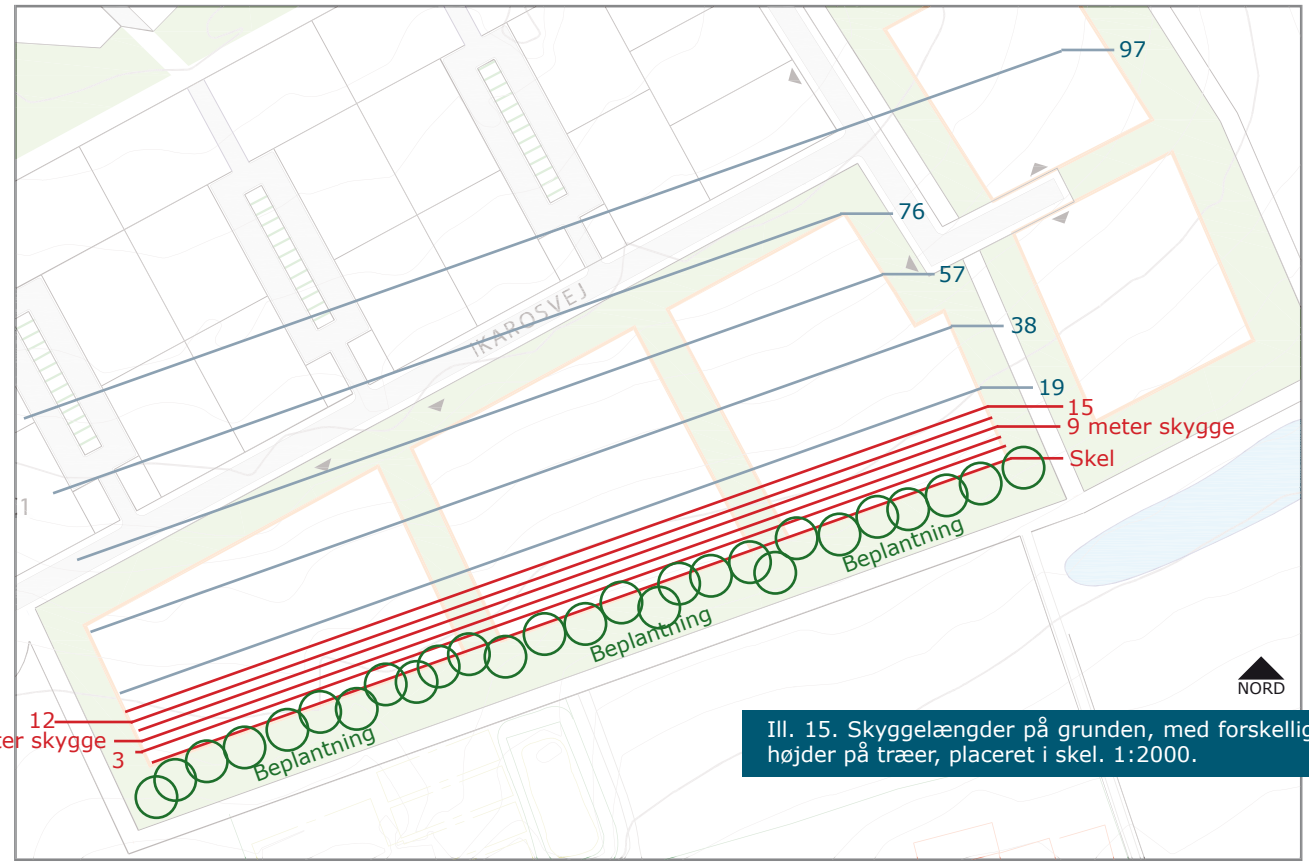
Vinklen på solen kan aflæses i afsnittet omkring solen, s. 38 - 39.

Det ses på diagrammerne (ill. 12 og ill. 13, s. 12), at jo lavere træerne er, jo mere sol kommer der på grunden om vinteren, uden at lave lysninger i randbeplantningen. De laveste træer skal placeres tættest på skellet i den sydlige del af grunden, derefter kan træernes højde stige, i takt med hældningen på solen om vinteren (Ill. 14).

Træerne tættest på skellet skal helst ikke overstige en højde af 10-15 meter og de yderste træer kan varierer mellem 12,5 og 17,5 meter uden at de er årsag til yderligere skyggedannelser. Med disse træhøjder, skal bygningerne placeres tilbagetrukket på grunden eller uden beboelse i de nederste etager af bygningen, hvis vintersolen skal udnyttes når den står lavest.



Ill. 14



Ill. 15. Skyggelængder på grunden, med forskellige højder på træer, placeret i skel. 1:2000.

Ill. 16

Ill. 17

Ill. 18

Ill. 19

Ill. 20

STEMNING

Et aspekt der er rigtigt vigtigt i projektet at tage stilling til, er de stemninger der forekommer i de forskellige områder og overgangen imellem områderne. Der er som tidligere beskrevet både parkstemning, havestemning og skovstemning (Ill. 18 - ill. 20) på et forholdsvis lille areal og uden omkring disse områder er der marker, enge og et meget tyndt beplantet landskab (Ill. 16 - 17).

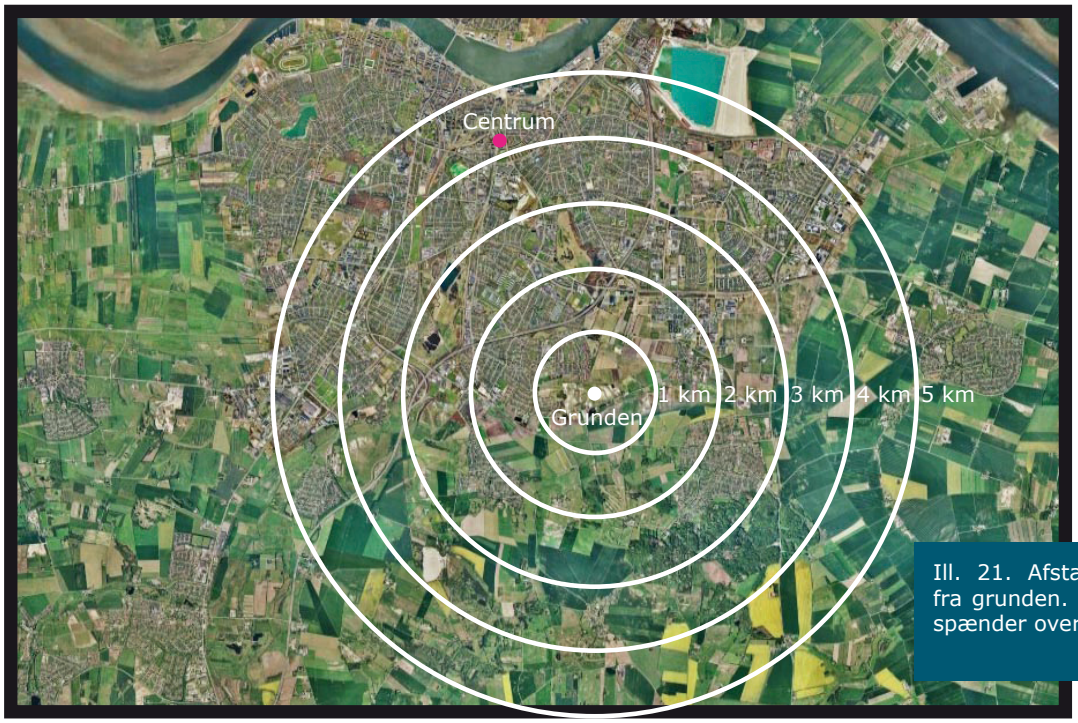
Området bliver derfor en slags ø i dette åbne og ret øde landskab, med store træer, bebyggelse og med kun en trafikvej til området.

Der er flere stier der gennemløber området (se side 16), hvilket gør at udefra kommende vil passere gennem området.

Der skal derfor arbejdes med overgangen mellem haveparcellerne og skovparcellerne. Der skal overvejes om dette også skal være en blød overgang, eller om der her skal være en skarp opdeling.

NÆROMRÅDET

Ill. 21 viser at grunden er placeret i periferien af Aalborg og alligevel er der under 5 km ind til centrum af byen. Der er masser af indkøbsmuligheder i kort gåafstand fra grunden, samt andre faciliteter som skole, institutioner, idrætshaller med mere, som gør området særdeles attraktiv, for mange målgrupper.



Ill. 21. Afstandsforhold fra grunden. Hver cirkel spænder over 1 km.

MATERIALER

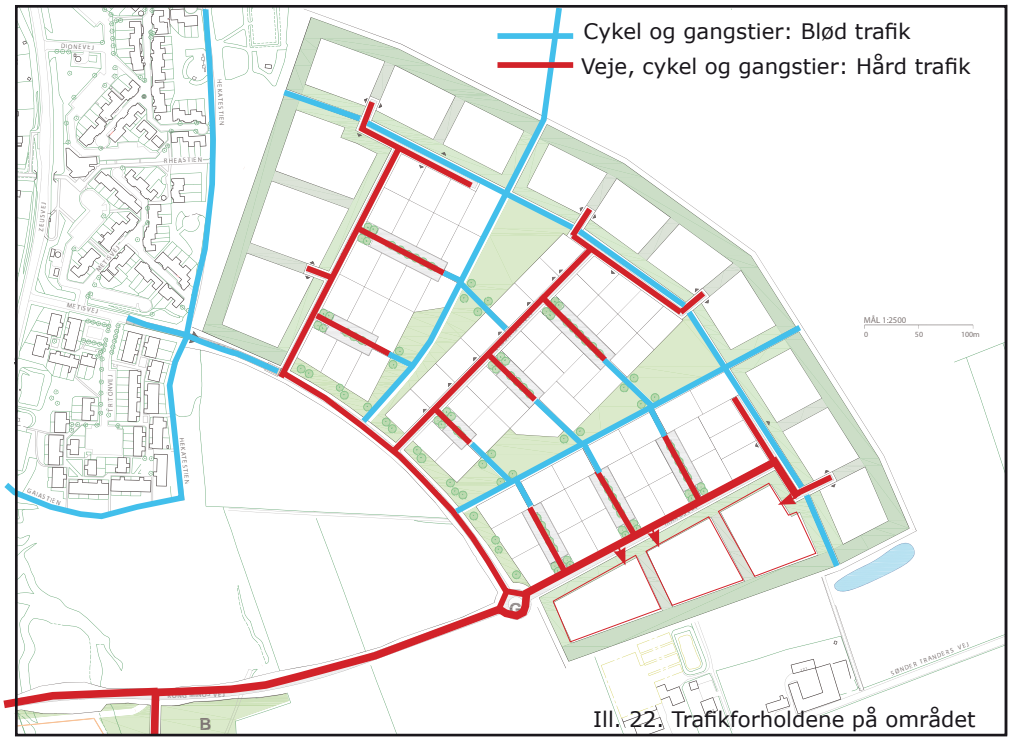
I designvejledningen, er materialer der skal anvendes til boligerne beskrevet. Ydervægge skal fremstå som blank mur, pudset eller vandskuret, i træ eller med pladebeklædning. Farver skal holdes i sort, hvid eller jordfarver.

Tage må ikke beklædes med reflekterende materialer, men skal holdes i tegl, betontagsten, tagpap, stål/metalprofiler, skifer eller zink i farverne sort eller grå. Taghældningen må højst være 35° og saddeltage må ikke udføres med valmede gavle.

Denne liste af materialer anses som vejledende, da valget af materialer også skal tages ud fra bæredygtige og miljørigtige synspunkter.

ADGANGSFORHOLD

Trafikken i området er meget begrænset, da der kun er en tilkørselsvej og ikke nogen muligheder for gennemfart for den hårde trafik. Det vil derfor kun være beboer i området, samt gæster der vil trafikbelaste området. Dette gør området sikkert og børnevenligt. Der findes et stort stisystem på og omkring området (Ill. 22 - 23), hvilket letteregøre den bløde trafik og forbindelsen til byen og omgivelserne, samt trækker andre mennesker gennem området.



Ill. 22. Trafikforholdene på området

Ill. 23 stierne i området

En målgruppe er valgt og defineret i projektet, for at opstille nogle retningslinier i designprocessen. Følgende afsnit vil beskrive den valgte målgruppe.

MÅLGRUPPEN

Målet er at boligerne skal udformes til en så bred målgruppe som muligt. Det vil sige at boligerne skal udformes, så der både er plads til den store familie med flere end to børn, gennemsnitsfamilien på 2,15 personer og den enlige beboer. Dette giver en bred mangfoldighed til området, hvilket er at forestrække, så området ikke bliver et "Gated community", som tidligere nævnt.

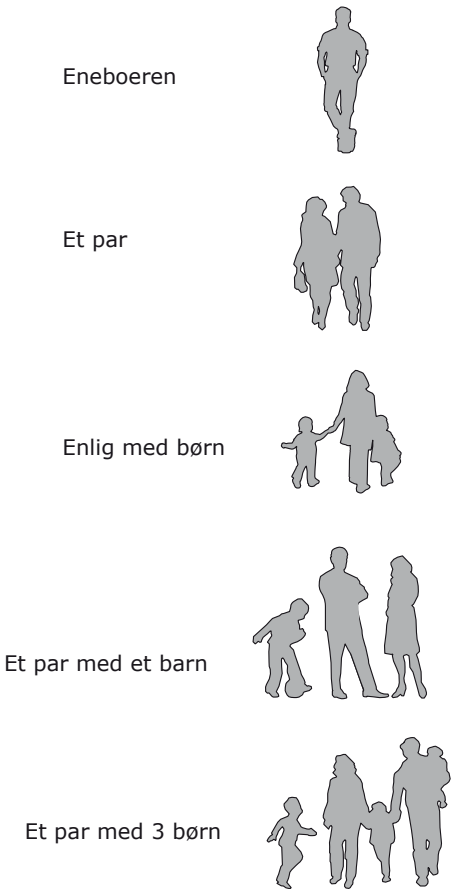
I Danmark findes rigtig mange skilsmissefamilier, bare i 2004 var der 17.486 børn involveret i skilsmisser, svarende til at 2,2 % af alle børn (www.dst.dk). Dette er et aspekt der er vigtig at overveje, når der designes boliger til en bred målgruppe. Familier der har gennemgået en skilsmisse, hvor der er børn involveret, har ofte "delebørn", hvilket betyder at der skal være plads i boligen til en ekstra i nogle kortere eller længere perioder. Boligen skal altså have en form for fleksibilitet, hvis ikke der blot skal være et ubenyttet rum i visse perioder. Dette tages der hensyn til i alle boliger, så der på den måde også findes mulighed for familieforøgelse eller anden ændring i boligbehovet.

Ifølge Danmarks statistik køre 54 % af den danske, voksne befolkning i bil dagligt. Derfor skal der til boligerne være god mulighed for parkering. Ifølge lokalplanen og designvejledningen for området skal der være 1½ p-plads pr. bolig. Derudover køre 26 % på cykel dagligt og kun 11 % med offentlige transportmidler. Cykelparkering skal derfor også have høj prioritet.

Ved boligerne skal der være plads til sortering og genbrugscontainere, da 90 % af danskerne afleverer tomme flasker og glas til genbrug og 82 % afleverer aviser og blade til genbrug. Med et mål om bæredygtighed og miljørigtigt byggeri, anses det derfor også som vigtigt at indtænke genbrugsmuligheder for beboerne.

RUMPROGRAM

Sammen med målgruppen defineres et rumprogram for projektet. Denne skal være styrende for designprocessen af funktionerne i boligen. Rumprogrammet videreudvikles igennem analysefasen, så rumprogrammet til sidst bliver meget præcis og kan fungere som succeskriterie, ved designet og vurderingen af det endelige produkt. Rumprogrammet er udarbejdet, ud fra hvad der i første omgang forudsættes. Rumprogrammet er fælles for alle målgrupperne, antal værelser og mediezonen er alt efter hvilken målgruppe der designes til. Mediezonen er tiltænkt familier med børn, en form for legerum med moderne legeredskaber, som eventuel fylder og larmer mere end almindeligt legetøj. I forhold til udsigtsforholdene på grunden, orienteres de sociale opholdsarelaer imod primært syd.



Opholdsareal / stue	Bilparkering
Køkken	Cykelparkering
Alrum / spiseareal	Privat udeareal
Entre	Renovationscontainer
Soveværelse	flaskecontainer
Værelse	Papircontainer
Bad og toilet	Opsamling af regnvand
Arbejdszone	
Mediezone	

Ill. 24 Rumprogram i forhold til forudsætninger for brugen af boligen.

Målet for projektet er, at arbejde med bæredygtige principper. Der er i dag stor fokus på bæredygtighed, energibesparelser og klimaet. Dette skyldes store klimaforandringer til dels forårsaget af mennesket og dets brug af kloden og klodens resourcer. Følgende afsnit har til formål at undersøge hvad det meget omtalte emne bæredygtighed betyder for arkitekturen og samfundet, samt hvordan bæredygtighed kan anvendes i projektet.

BÆREDYGTIGHED

Bæredygtighed er et meget omtalt emne i vores samfund i dag, men en klar definition af hvad bæredygtighed, er svær at finde. Bæredygtighed kan være et udtryk for teknologiens eller en kulturs slid på naturgrundlaget, og menneskets forbrug af naturlige ressourcer (www.wikipedia.org). Bæredygtighed kan være at skabe gode betingelser for både menneskene og miljøet både nu, men også fremadrettet, så fremtidige generationer også har tilgængelige ressourcer til overlevelse.

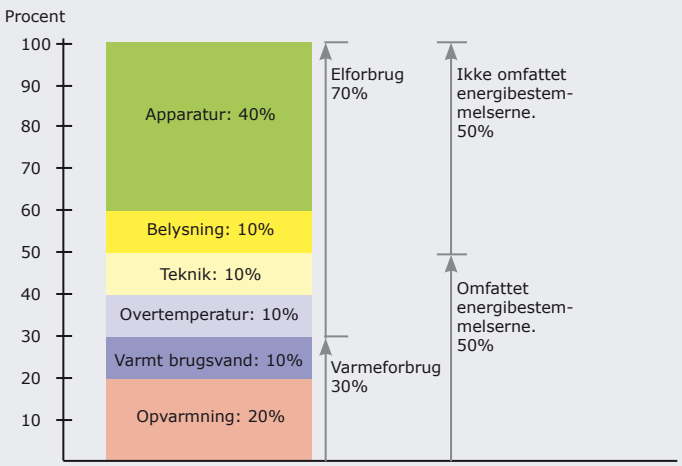
Der findes forskellige tilgangsvinkler til bæredygtighed; Økonomisk bæredygtighed omhandler eksempelvis ansvarlig politik omkring hvem man handler med. Social bæredygtighed relaterer sig til beboernes trivsel i forhold til den sociale tilknytning i området. Statisk bæredygtighed indeholder bygningens konstruktioner. Til sidst er der den miljømæssige vinkel på bæredygtighed, som omhandler klimatisk bæredygtighed og hvordan klimaet har indflydelse på arkitekturen, indeklimaet og meget mere. Det er altså den miljømæssige vinkel der er mest interessant i forhold til dette projekt.

Med den miljømæssige synsvinkel på bæredygtighed findes igen forskellige angrebsvinkler. Der findes en arkitektonisk arbejdsform kaldet Økologisk arkitektur, Grøn arkitektur, Selvforsynende arkitektur, Bioklimatisk arkitektur, Miljø arkitektur og Solenergi arkitektur. Mange af disse emner indeholder mange af de samme principper med forskellige angrebsvinkler. Alle metoder bidrager på den ene eller den anden måde til nedbringelsen af CO_2-udledningen og forsøger på hver sin måde at arbejde bæredygtigt med arkitekturen.

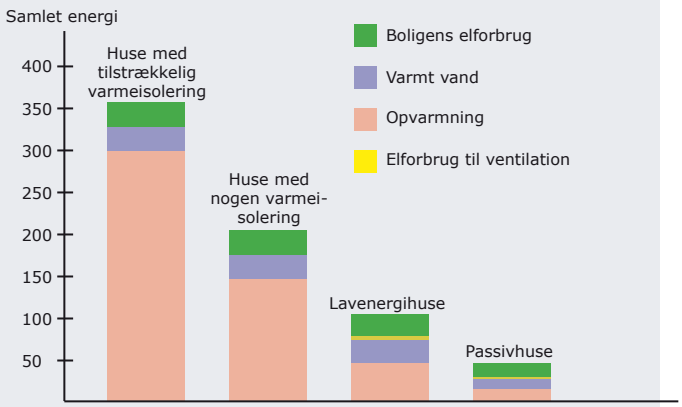
Formålet med at bygge bæredygtigt arkitektur er at indgå i en bæredygtig udvikling af samfundet og hjælpe med nedbringelsen af de store mængder CO_2 der i dag udledes til atmosfæren. Det er i projektet ikke så vigtigt hvilken overskrift der sættes på projektet, så længe byggeriet har et lavt energiforbrug, både i fremstillingen og i driften af bygningen.

Danmark er med i EUs planer om at reducere det enkelte lands CO_2–udslip væsentligt over en årrække (www.isover.dk). Indenfor byggeriet gøres dette blandt andet ved stramninger i bygningsreglementets isoleringskrav. Energiforbruget er som resultat heraf også blevet lavere, en reduktion på ca. 20% er opnået fra 1975 til 2005, selvom det samlede etageareal i alle boligtyper i Danmark er vokset med ca. 50% i samme periode. Til gengæld er elforbruget steget med ca. 70%. Elforbrugets vækst har været større end etagearealets vækst. Dette skyldes samfundsøkonomiske forbedringer, befolkningen har bedre råd til flere forbrugsvare, samtidig med at der har været en livsstilsændring, og et stigende antal tilgængelige elektriske apparater (Marsh et al., 2008).

Der er en lidt blandet opfattelse af hvordan energiforbruget i boligen er fordelt, og hvordan dette er udregnet, men ifølge Marsh et al. (2008) er fordelingen som vist på ill. 25, s. 19.



Ill. 25. Boligens fordeling af energiforbruget.



Ill. 26 Samlet energiforbrug i kWh pr. m² boligareal pr. år.

Elforbruget spiller altså en stor rolle i boligens samlede energiforbrug, men kun halvdelen af elforbruget er omfattet bygningsreglementet. Marsh et al. (2008) mener derfor at der er behov for yderligere stramninger i bygningsreglementet, så også elforbruget til boligens apparater medregnes. Der argumenteres dog for, at dette ikke er realistisk, da elforbruget er betinget af brugerens adfærd og at forbruget ikke stammer fra selve bygningen. Bygningsreglementet kan ifølge byggeloven kun regulere faste installationer i bygningen. Byggeloven stammer fra 1939 og er senere reguleret i 1977, hvilket måske tyder på at byggeloven er forældet, da man i den tid ikke havde de samme problemer og samme mængder tilgængelige elapparater (Marsh et al. 2008). Elforbruget vil derfor blive en del af projektets strategi om nedbringelse af energiforbruget. Dette vil dog primært være i forbindelse med belysning, samt de emner der allerede er omfattet bygningsreglementet, da det ikke anses som muligt at begrænse eller styre en målgruppes anvendelse af andre elapparaturer.

Klimaforandringer og global opvarmning er også et omdiskuteret emne. For Danmark betyder klimaforandringer, at man i fremtiden kan forvente et varmere klima med både mildere og vådere vintre samt varmere og tørrere somre. DMI har lavet beregninger der viser at man kan forvente en temperaturstigning på op til 3°C for både vinter og sommermånederne i Danmark frem imod år 2085. De sidste 15 år er temperaturen steget mellem 0,2°C og 2,2°C, i forhold til de forrige 15 år. Dette lyder som en lille stigning, men har stor mærkbar indflydelse på klimaet (Marsh et al., 2008).

Nøglen til lavenergi og klimatilpassede bygninger er derfor anvendelsen af passive designstrategier og aktive teknologier med fokus på blandt andet naturlig belysning, naturlig ventilation og termisk masse, til nedbringelse af energiforbruget i boliger.

Der er altså en fremtid i at bygge passiv- og lavenergiboliger. Sammenlignes forskellige typer boliger ses et klart billede af, hvor meget energi der kan spares, ved at bygge bæredygtigt, indenfor de omfattende energibestemmelser i bygningsreglementet.

Energirammer for en bolig på eksempelvis 150 m²:

Almindelig standardbolig:	70 + 2200 : A =	85 kwh/m²/år
Lavenergi klasse 2:	50 + 1600 : A =	61 kwh/m²/år
Lavenergi klasse 1:	35 + 1100 : A =	42 kwh/m²/år
Passivhuse =		15 kwh/m²/år
(www.ebst.dk)		

I et passivhus reduceres behovet for opvarmning med op til 75 %, sammenlignet med et nybygget standard byggeri. Lavenergiklasse 1 reduceres med 50 % og lavenergiklasse 2 reduceres med 25 %. Ill. 26 viser en sammenligning mellem passivhuse, lavenergihuse, huse med ekstra varmeisolering og et standardhus med tilstrækkelig varmeisolering i forhold til bygningsreglementet. Her er det tydeligt, at der er væsentlig forskel på energiforbruget i de forskellige typer boliger (www.isover.dk). Det skal dog lige nævnes, at ved beregning af passivhuse, anvendes tyske normer, hvori en del af elforbruget ikke medregnes. Ved beregning i forhold til de danske normer ganges elforbruget med 2,5, hvorfor passivhus kravene og lavenergi kravene ikke helt kan sammenlignes.

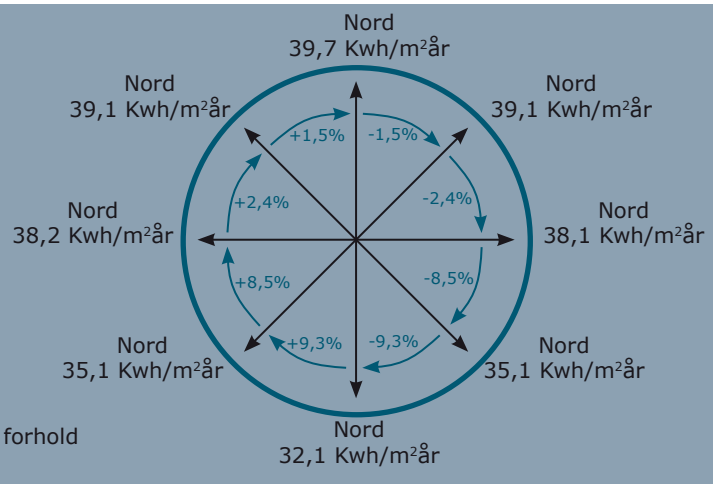
Når der tales arkitektur og bæredygtighed, er der flere aspekter der kan bearbejdes sammen eller hver for sig. Dette værende eksempelvis bæredygtighed i forhold til bygningens udførsel. Er det lokale materialer der anvendes i bygningen?, så der spares energi på transport af byggematerialer. Er forarbejdningen af materialerne bæredygtig?, så der ikke er anvendt unødig energi på produktionen o.s.v. En anden vinkel er driften af bygningen: Hvor meget varme der skal tilføres bygningen, så komforten opretholdes i vintermånederne og dermed hvor meget energi der anvendes og CO_2 der udledes? Spørgsmålene er mange, men det der primært vil være fokus i projektet, er driften af bygningen. Fremstilling og fremskaffelse af materialer vil ikke blive bearbejdet dybdegående, men materialerne anvendt i projektet vil blive valgt med omtanke (se side 25-27 for kort beskrivelse).

PASSIV HUS STRATEGIER

Princippet med passivhuse er at udforme bygningen så den har så lavt et varmetab som muligt. Det vil sige unødig overfladeareal undgås, hvorved der også spares materialer, samt en korrekt isolering uden kuldebroer (se beskrivelse af kuldebroer, app. 2,2, s. 168). Man kan opnå et lavt varmetab, ved at udforme bygningen i en kompakt form, men der kan også være ulemper. Indeliggende rum skal helst undgås, da disse ofte ikke har mulighed for naturlig belysning og naturlig ventilation, og derfor istedet medvirker til et forøget energiforbrug. Så selvom det i princippet er den helt kompakte bygning der er mindst varmetab ved, så skal andre aspekter også overvejes i designprocessen. Der er fordele og ulemper i forhold til alle valg der skal tages i designprocessen, det skal derfor i hvert tilfælde vurderes i forhold til både energi og æstetik.

Bygningen skal orienteres efter solen på grunden, så bygningen kan anvende solen til opvarmning af bygningen i kolde perioder, men på samme tid skal solens varme undgås i boligen om sommeren, så der ikke forekommer overophedning af bygningen. Derfor skal solens bane undersøges, samt højderne på solen både sommer og vinter (se side 39 om solforholdene på grunden).

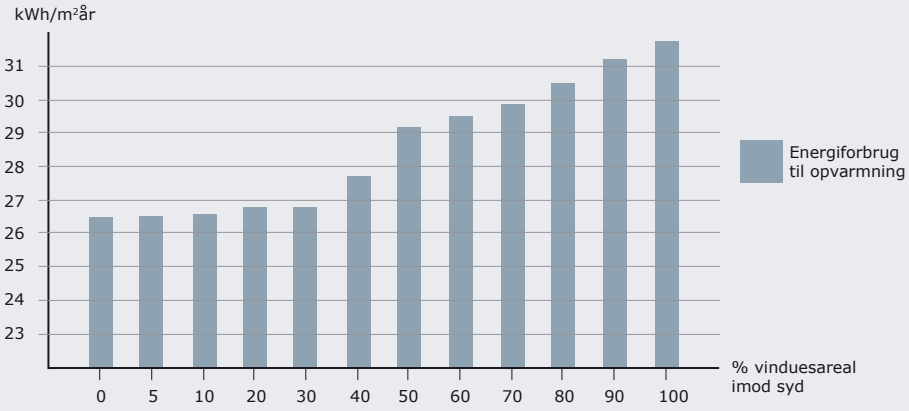
Et forsøg med vinduets placering laves med månedsmiddelberegning over et rum med dimentionerne 10 x 10 m og med en rumhøjde på 3 meter. Hvis energiforbruget til opvarmning beregnes for dette rum, uden vinduer i nogen retninger, vil energiforbruget ligge på 26,4 Kwh/m²år. Så snart der isættes vinduer i rummet, vil der være et større varmetab end varmetilskud og energiforbruget vil være højere



Ill. 27. Energiforbrug i forhold til vinduesorientering.

end 26,4 Kwh/m²år. Undersøgelsen går på at bestemme hvilken vinduesorientering der er bedst, i forhold til energiforbruget til opvarmning. Det ses (ill. 27) at der er en stigning i energiforbruget, for hver grad vinduet drejes fra syd, lige meget om det er imod øst eller vest. Det vurderes derfor at det bedste resultat opnås ved at have de største vinduesarealer imod syd og herefter øst og vest, og om sommeren beskytte bygningens indre rum, for direkte solstråling.

En anden undersøgelse der kunne være interessant, er energiforbruget i forhold til vinduesarealet. Hvor stort et vinduesareal der er bedst i forhold til energiforbruget, er afhængig af flere forskellige faktorer. Men hvis alt andet end vinduesarealet holdes konstant, vil resultatet se ud som på ill. 28.



Ill. 28. Resultatet af energiforbruget i forhold til procent vinduesareal imod syd.

Konklusionen på denne undersøgelse er, at det generelt ikke giver større energibesparelse til boligen, hvis vinduesarealet er ret meget over 30% imod syd.

Ud over orienteringen af bygningen er ventilationen af bygningen også vigtig. Bygningen skal indeholde et ventilationsystem, der filtrerer den friske luft, udsuger den brugte, gør boligen fri for støv, pollen og aerosoler samt indeholder et varmefordelingssystem og varmegenvinding (www.isover.dk). Passiv huse er huse der er godt isolerede og hvis årlig varmebehov er så lav, at de traditionelle varmeforsyninger kan undlades. Den lille mængde varme der er behov for, kan fordeles til de enkelte rum, ved hjælp af den tilførte luft fra det valgte ventilationssystem. Ventilationssystemet, skal helst anvendes så få måneder som muligt for at spare energi til drift, om sommeren kan derfor anvendes naturlig ventilation. Bygningen skal altså også designes i forhold til udnyttelse af den naturlige ventilation, hvorfor det er vigtigt at kende vindforholdene på grunden (se side 44 om vindforholdene på grunden).

Når der tales teknik og boliger, er det vigtigt, at teknikken skal være brugervenlig og kan fungere uden driftsteknikere. Teknikken må derfor ikke være for avanceret i modsætning til eksempelvis kontorbyggerier, hvor der godt kan ansættes en driftsteknikker. (Marsh et. al, 2000, s. 10)

ØKOLOGISK HUS

En anden fremgangsmetode til at bygge bæredygtigt, kan være at se på designstrategierne for et økologisk hus. Sammenlignes principperne for et passivhus og konceptet for et økologisk hus, så er der lidt forskel på metoderne. Det økologiske hus har en klar vision:

"Visionen om det økologiske hus, der er tilpasset stedet. Det er opført af lokale, fornyelige resurser, bruger fornyelige resurser til opvarmning og belysning, producerer kun affald som kan genbruges på stedet, har et godt indeklime, kan rives ned og genbruges eller omsættes til naturen, skaber en god livsstil og giver velfærd til dets beboer" (Grove, 1998, s. 5)

Det økologiske hus arbejder altså også med områder der ikke er omfattet af bygningsreglementet, men arbejder i forhold til miljøet generelt. Konceptet går meget på genbrug og fornyelse af resurser, hvor passivhuset mere arbejder med nedbringelsen af energiforbruget næsten uanset omkostningerne. En kombination af begge metoder anvendes i projektet. Fra den økologiske tilgang til arkitekturen vil energibesparelse i forhold til anvendelsen af fornyelige resurser benyttes.

Et eksempel på dette kan være vandbesparelser og vandgenbrug, som er en god strategi for besparelse af klodens resurser. Det skønnes at en generel anvendelse af regnvand, blot fra tagflader kan reducere boligens vandforbrug med ca. 18%. Det vand der er opsamlet kan anvendes til eksempelvis tøjvask, toiletskyl, bilvask og havevanding (Ill. 29).

VANDBESPARELSER OG GENBRUG

Der kan også være ulember ved anvendelse af regnvand. Dette kan være, at der skal anvendes energi til at pumpe vandet rund til de respektive brugssteder, der er anlægsudgifter ved etablering, og der er risiko for forurening af drikkevandet i boligen (Grove, 1998).

Myndighederne og vandværkerne er i dag ikke glade for opsamling af regnvand i genbrug. Myndighederne fordi der er et krav om at alt vandet i boligen skal være drikkevand, med mindre man får speciel tilladelse fra kommunen Dette er grundet risiko for forurening af drikkevandet i boligen. Selvom myndighederne umiddelbart ikke er tilhænger af konceptet, anses det alligevel som et godt miljømæssigt koncept.

Hvis vandet fra taget skal genanvendes, skal man vælge sit tagmateriale herudfra, da nogle materialer kan afgive skadelige stoffer i vandet.

Princippet bag genanvendelse af regnvand er, at fra opsamlingsstedet ledes vandet gennem et grovfilter, for at fjerne blade og større genstande og vandet opsamles herefter i en tank. Tanken skal være lystæt, så alger ikke forekommer i vandet. Vandet fra tanken pumpes med en trykstyret pumpe via et finfilter til tappestederne i et særskilt ledningsnet.

Som tidligere nævnt forekommer en risiko for forurening af drikkevandet i boligen. Risikoen for forurening sker i tørre perioder, hvor tanken skal opfyldes af husets drikkevand, der skal derfor være forbindelse mellem tanken med regnvandet, og det almindelige rene drikkevand i husstanden, hvorved risikoen opstår.

Udover at anvende eller genanvende regnvandet, findes der flere andre metoder til besparelse af vandet. Man kan genanvende sit eget spildevand, ved at have renseanlæg direkte tilsluttet sin bolig, samt installere vandbesparende installationer, for eksempel toiletter, der anvender ingen eller meget lidt vand. Men alt dette vil ikke blive bearbejdet i dybden.

Ill. 29. Fordelingen af en gennemsnitsboligs vandforbrug og et overblik over hvor boligen har behov for "drikkevand" og hvor der kan anvendes regnvand, endten helt eller devist. 56% af boligens vandforbrug, behøver ikke være drikkevand, men kan erstattes med regnvand. Kilde: (Baker, 2000)

Ill. 30.

Som tidligere nævnt har valg og anvendelse af materialer betydning for miljøet. Det har betydning om materialerne i produktionen er fremstillet med miljøet i fokus. Transporten også noget at sige, hvis materialerne skal fragtes over lange afstande, anvendes der meget energi til transport, hvilket gør materialerne mindre miljøvenlige. Det kan være vanskeligt at udvælge miljøvenlige eller økologiske materialer, men på følgende sider er der gjort et forsøg på at klarlægge hvilke materialer der med fordel kan anvendes i projektet.

MATERIALER

Ill. 31.

Det der lægges vægt på, når der tales miljørigtige materialer, er:

- Materialets levetid.
- Materialets miljømæssige karakteristika (forurenende stoffer) og oprindelse.
- Materialets brugervenlighed.
- Muligheder for at adskille, reperere, udskifte og genanvende produktet efter endt brug.
- Energiforbrug ved fremstilling, distribution og anvendelse under byggefasen.
- Indeklimatiske forhold.

Generelt opfattes naturlige materialer, som træ, plantematerialer og jordmaterialer som de mest miljørigtige materialer. Dog kan disse være mindst lige så energikrævende i fremstillingsprocessen og lige så miljøbelastende ved nedrivning, som andre mindre naturlige materialer. Træ der eksempelvis er tryk- og vaccumimprægneret, som er tilsat forskellige bindemidler, er miljøbelastende på den måde at de ikke kan genanvendes, men ved nedrivning skal deponeres på lossepladsen. Derfor skal materialer som disse helst undgås.

Jordmaterialer er meget anvendt i byggerier i Danmark, specielt tegl. Der findes mange måder hvorpå jord kan anvendes i byggeriet og jord er som regel miljørigtigt i byggerier. Laves jorden til tegl, beton, kalksandsten eller letklinker, er fremstillingen ofte meget energitung, og materialet mister derfor en del af sin miljørigtighed. Natursten er derfor mere miljøvenligt, men har en negativ side da de ikke er så tilgængelige i Danmark og skal derfor transporteres over lange afstande. Generelt kan man gå efter svanemærkede produkter, hvis man ønsker at bygge miljørigtigt. En liste over materialer er forsøgt udarbejdet, med 1. og 2. prioritet:

Bygningsdel	Materiale	1. eller 2. prioritet
Fundament		
	Natursten af lokal oprindelse	1
	Beton	2
	Letklinkerbeton	2
Bærende vægge		
	Træ	1
	Lerjordsblokke	1
	Kalksandsten	2
	Tegl	2
	Letklinkerblokke	2
Ikke bærende vægge, lofter og beklædninger:		
	Træ	1
	Træfiberplader	1
	Lerjordsblokke	1
	Tegl	2
	Letklinkerblokke	2
	Klaciumsilikatplader (vådrum)	2
	Cementspånplader (vådrum)	2
	Gipsplader (Brandhensyn)	2
Terrændæk og gulve		
	Træ	1
	Lerjord	1
	Linoleum	1
	Sten	1
	Beton	2
	Tegl	2
	Klinker	2
Tagdækning		
	Træ	1
	Strå	1
	Stenskifer	1
	Græstørv med PE-folie	1
	Tegl	2
	Fibercementplader	2
	Metalplader	2
Varmeisolering		
	Papiruld	1
	Fåreuld	1
	Hør	1
	Bomuld	1
	Træspån, savsmuld	1
	Porøse træfiberplader	1
	Klatreplanter	1
	Halm	1
	Perlite	2
	Letklinker	2
	Mineraluld	2
	Træbeton	2
Vindtætning		
	Pap	1
	Porøse træfiberplader	1
	Jutee, hør, cellulosefibre, hamp, boluld	1
	Bitumenimprægneret pap eller træfiberplader	2
	Gipsplader	2
Fugtisolering	Kork	1
	Sten	1
	Murpap	2
	Letklinker	2
Beslag, tagrender m.m.		
	Træ	1
	Plast	2
	Metal	2

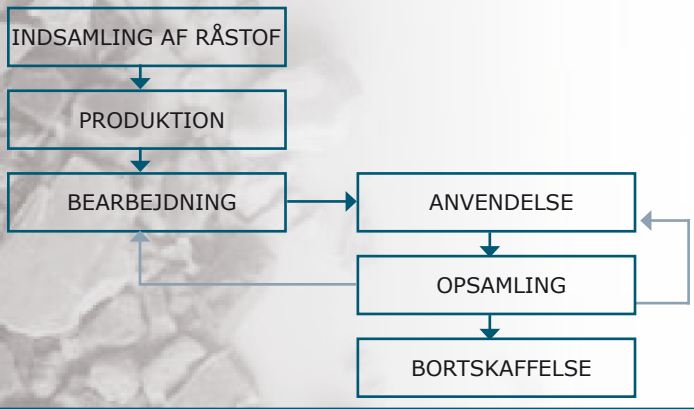
Kilde Grove, 1998

Som så mange andre emner inden for bæredygtighed er der uenighed omkring materialers miljøbelastning. Der kommer hele tiden nye informationer, resultater og viden omkring både materialer, konstruktioner og metoder, hvilket gør det svært at lave en præcis liste over materialer der kan anvendes i projektet. I Ingeniøren har der været en artikel i 2007, der viser at beton faktisk er bedre end træ i bygninger på lang sigt.

Undersøgelser og beregninger er lavet for både et betonbyggeri og et tilsvarende træbyggeri og resultatet har vist at letklinkerbeton udleder mindre CO_2, end et træhus, hvis man ser på hele husets levetid (levetiden er sat til 70 år i beregningerne). Undersøgelserne er foretaget af Teknologisk institut, hvor to identiske boliger er blevet undersøgt.

Hvis man ser på materialet og hvilke faser disse skal igennem, i løbet af deres levetid, er beton det materiale der udleder mest CO_2 i de første faser, men hvis driften og nedrivningen af bygningen medregnes, så er der faktisk energi at spare. Dette er grundet materialets varmeakkumuleringsevne, i forhold til træets og dermed spares der mere energi på opvarmning, ventilation og afkøling pr. år. Også i nedrivningsfasen er der energi at spare (www.ing.dk). Desuden skal materialets levetid tages i betragtning, samt mulighed for genanvendelse efterfølgende.

Ifølge listen på forrige side, er træ et bedre materiale end beton til bygningens konstruktioner i forhold til dens produktion. Listen er altså lidt usikker, da der er mange aspekter der skal tages stilling til. Blandt andet skal man også se på genanvendelsen, levetiden (ill. 32) og mængden af tilgængeligt materiale. Træ er et uopbrugeligt materiale, da vi på hver tid kan så nye, hvorimod sten og grus til fremstilling af beton, ikke findes i uanede mængder.



Ill. 32. Et materiale skal igennem en række faser, i dens levetid. Hvis materialet går den direkte vej fra indsamling af råstof, til bortskaffelse, anses materialet for at være knap så godt fra et miljømæssigt synspynkt. Kan materialet genanvendes efter opsamling, eller bearbejdes, så det kan genanvendes, er dette bedre i forhold til miljøet, da der spares energi på indsamling og produktion. Det kunne derfor være interessant at se på genbrugsmaterialer i projektet, eller ihvertfald undersøge om materialerne kan genbruges efter nedrivning.

Ill. 33.

Materialerne skal desuden vælges i forhold til deres pris. Derfor er der lavet en prisberegning på forskellige facade materialer (ill. 33), ved hjælp af V&S prisbøger (1995). Priserne er indexreguleret og reguleret efter nordjyllands prisniveau, til år 2008.

Desuden er materialernes isoleringsevne sammenlignet, hvis de anvendes i en konstruktion. Der er til alle konstruktioner anvendt 125 mm isolering og en indervæg af gips. Det ses på ill. 33 at isoleringsevnen af de forskellige materialer er ikke meget forskellig fra hinanden, når de sammensættes i en konstruktion. Det er derfor ikke dette aspekt der er vigtigt, når materialerne udvælges, til den udvendige del af bygningen.

Til gengæld er der stor forskel på prisen af materialerne. Beton er, hvis det er insitustøbt og af høj kvalitet, det materiale der er dyrest, efterfulgt af cementbaserede facadeplader og Granitex. Den billigste løsning er de forskellige trætyper. Konklusionen på denne undersøgelse er derfor, at udvendige materialerne skal vælges ud fra primært æstetiske årsager, herefter pris og holdbarhed, samt i forhold til energiforbruget ved fremstilling.

Materiale	Pris pr. m2 (BMP i kr)	Beskrivelse	U-værdi med 125 mm isolering
Tegl	263	110 mm maskinsten med fugning	0,28
Beton	1108	150 mm insitu støbt, fint beton	0,28
Betonelementer	601	150 mm præfabrikeret	0,28
Letbetonblokke	336	100 mm	0,25
Gasbetonelementer	253	100 mm	0,28
Gasbetonelementer	194	75 mm	0,28
Lega helvægselementer	281	150 mm	0,28
Stålpladebeklædning	104	20 B Profil	0,29
Facadeplader	493	Cementbaserede 12-15 mm	0,28
Rupløjede brædder	251	22 x 100 mm	0,29
Træ	178	25 x 125 mm bræddebeklædning	0,29
Fyrretræ	184	Klinkbeklædning 25 x 125 mm	0,29
Fyrretræ	114	Krydsfinerbeklædning 15 mm	0,29
Eternit	153	Eternit facadeplade 8 mm	0,29
Granitex	379	12-15 mm	

Ill. 33. Prisberegning for forskellige materialer.

Ill. 34.

GRØNNE TAGE

Et materiale der kunne være interessant at arbejde med og i høj grad et led i en bæredygtig udvikling er grønne tage. Grønne tage er en meget gammel metode, der er yderst effektiv til at isolere bygningens tag, samt giver området en grøn karakter, men som er blevet glemt lidt igen.

Som en del af den bæredygtige udvikling der er for hele Europa har Københavns Kommune vedtaget en klimaplan, som kræver 325.000 m^2 grønne tage i hovedstaden i løbet af de næste 6 år. (www.ing.dk)

"De grønne tage skal fra nu af være en integreret del af byudviklingen i København. Vi kommer i første omgang til at se det slå igennem i det store Nordhavnsbyggeri på 900.000 kvadratmeter, hvor de grønne tage skal indtænkes i projektet som noget helt naturligt,« siger projektleder Dorthe Rømø fra Københavns Kommune." (www.ing.dk)

Malmø har i årevis forsøgt at udvikle byer med græsbeklædte tage. Grunden til udviklingen af flere grønne tage i byerne er for det første at gøre byen mere grøn. Derudover er græstage gode i forhold til miljøbelastningen, da disse kan optage mængder af allerede udledt CO_2. Hvilket er generelt for planter, da de omdanner CO_2 til damp gennem fotosyntese (Smith, 2005). Græstage fungerer også som en svamp i forhold til regnvand og aflaster dermed byens spildevandssystemer. Levetiden på tagene er efter sigende dobbelt så lang som et normalt beklædt tag. Desuden er de grønne tage med til at fastholde et godt indeklima. De har en varme- og kulderegulerende virkning i kraft af deres masse og evne til at optage og afdampe regnvand.

Hvis ovennævnte plan følges, vil de grønne tage ifølge beregninger fra konsulentfirmaet Cowi give en akkumuleret fjernvarmebesparelse på 130.000 megawatttimer årligt i 2011 og i 2015 vil besparelsen være helt oppe på 650.000 MWh, blot ved at beklæde allerede eksisterende bygninger med grønne tage.

Grønne tage er derfor en metode der i høj grad er værd at overveje i projektet. Der forekommer dog en konflikt, i forhold til tidligere beskrevet ønske om eventuel genanvendelse af regnvandet. Hvis tagene beklædes med græs, vil regnvandet ikke kunne opsamles og genanvendes.

Ill. 35.

For at få en forståelse af arkitektur og arkitektonisk kvalitet, er følgende afsnit udarbejdet. Hvert afsnit har til formål at undersøge begreber omhandlende arkitektur. Der vil blive lavet analyser af eksisterende arkitektur, samt opstilles retningslinier og designkriterier, for designprocessen, så boligerne der i projektet designes, bliver funktionelle og af høj arkitektonisk kvalitet.

ARKITEKTUR OG FUNKTIONALITET

Ved udarbejdelsen af et arkitektonisk design til en bruger, er det vigtigt at undersøge hvad der opfattes som godt design. Der findes mange definitioner på arkitektonisk kvalitet, afsnittet har til formål at klarlægge hvilke arkitektoniske kvaliteter der lægges vægt på i projektet og på den måde have noget styrende i designprocessen af boligerne.

ARKITEKTONISK KVALITET

Vitruvius er en meget anvendt teori til at beskrive arkitektonisk kvalitet. Teorien beskriver blandt andet bygningens æstetiske, funktionelle, tekniske, økonomiske og økologiske aspekter på et meget overordnet plan. Derudover beskrives vigtigheden af at integrere en bygning i dens omgivelser. Alle aspekter skal harmonere, for at skabe god arkitektur. Vitruvius opdeler bygningens arkitektur i 3 katagorier: bekvemmelighed (Utilitas), holdbarhed (Firmitas) og skønhed (Venustas).

Utilitas er de funktionelle kvaliteter af boligen, og vedrører indretnigen og brugbarheden i forhold til de behov beboerne har; Rumlighed, tilgængelighed og anvendelse. (Marsh og Lauring, 2005)

Firmitas er de tekniske kvaliteter af boligen og vedrører boligens materialer, konstruktioner og installationerne af boligen: Robusthed, tilpasningsevne, patinering. (Marsh og Lauring, 2005)

Venustas er boligens æstetiske og sanselige kvaliteter og vedrører boligens design og udformning i detaljer og som helhed: Dagslys, oplevelse og karakter. (Marsh og Lauring, 2005)

Kravene der fra brugeren stilles til ovennævnte ændre sig hele tiden, i takt med at samfundet ændre sig. Der bliver hele tiden udviklet nye teknologier og konstruktionsmuligheder i byggebranchen og desuden ændres kravene fra myndighederne sig også. I projektet vil der derfor blive lagt vægt på både nutidens krav til boligbyggeri, samt en antagelse af fremtidens krav. Både ud fra brugerens synsvinkel, men også i høj grad i forhold til samfundets, hvilket blandt andet bliver bearbejdet i forhold til det at bygge bæredygtigt.

Området vil i projektet have stor betydning for projektets resultat, da det ønskes integreret, så kvaliteten af beliggenheden fremhæves i boligerne.

For at opnå forståelse for hvilke krav der fra brugerne stilles til boliger i dag, vil der i det følgende blive set på den moderne levevis, den moderne bolig, nogle eksempler på eksisterende boliger og hvordan dette kan inspirerer i projektet.

DEN MODERNE BOLIG

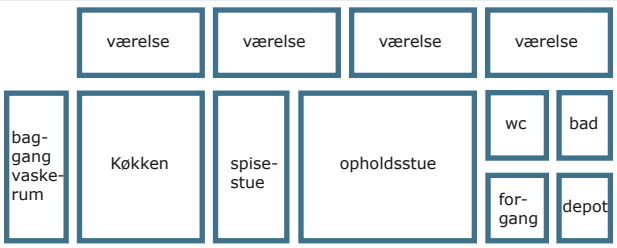
Hvis der ses på udviklingen af boligens indretning, er der sket en stor ændring i de sidste 40 år. Tidligere var boligen indrettet med henblik på socialt samvær med gæster. Det var derfor opholdsrummet der var boligens centrum og fungerede som repræsentant for familiens status. I dag er opholdsrummet ofte lagt sammen med køkkenet, og det er køkkenet og alrummet som er boligens omdrejningspunkt (www.fremforsk.dk). Vigturialierummet er tilbage i nyere boliger, så køkkenet på denne måde kan holdes opryddet. Boligen er derudover indrettet mere ud fra beboernes holdninger og behov, fremfor som fremvisning af familiens status.

Boligen er familiens center for genopladning, såvel som center for familiens forbrug. Boligen er blevet større, men med færre rum i løbet af de seneste år. (ill. 36 og ill. 37) i ældre huse er mange vægge blevet fjernet, så området hvor familien er samlet, er et område med muligheder for hele familien. Konsekvensen af denne boligændring, er at der i boligen er færre rum til privathed.

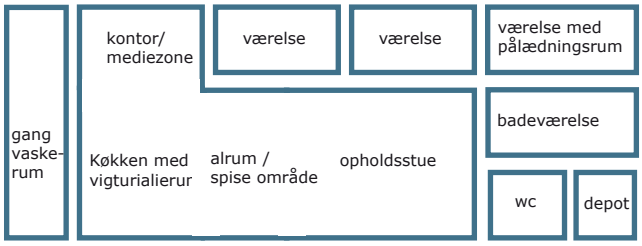
Badeværelset er et rum der har ændret karakter fra at være udelukkende funktionelt, til at være et sted for afkobling og velvære. Badeværelset er blevet større og indeholder flere forbrugsvare, der skal fremme de sanselige oplevelser og sætte personlig pleje og velvære i fokus.

Placeringen af badeværelset har ændret sig. Der findes i dag et behov for at have et badeværelse kun til beboerne i huset, hvorfor denne er placeret i nærheden af eller i direkte forbindelse med soveværelset. Derudover findes ofte et lille badeværelse i forbindelse med hjemmets fælles opholdsrum, som anvendes i "dagligdagen" og til gæstebrug.

Ill. 36. Boligen som den så ud, for 40 år siden (en generalisering).



Ill. 37. Boligen som den ser ud i dag (en generalisering).



Soveværelset er blevet større, og indeholder flere funktioner og forbrugsvare end tidligere. "Walkin closet" eller påklædningsværelset er en ny funktion i soveværelset. Derudover vil rummet i fremtiden blive forsynet med flere fladskærme, der ud over at underholde, vil blive anvendt til overvågning af huset, samt til internet og samtale med familie og venner (fremforsk.dk).

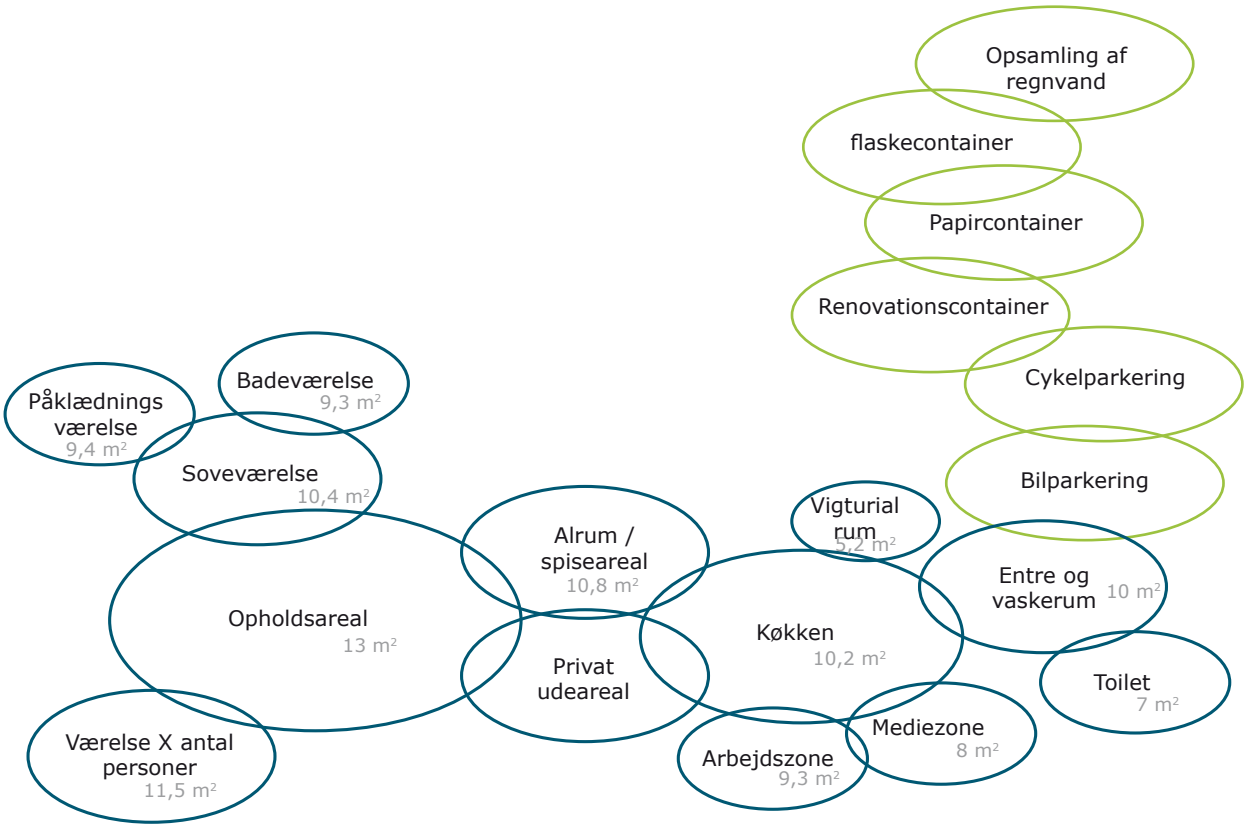
Mange familier lægger i dag desuden vægt på udearealer og det at opholde sig uden for boligen. Der ses en tensens til at trække boligens funktioner med ud i haven. Der laves udekøkkener, udebruser og andre funktioner i haven. Selv soveværelset flyttes udenfor om sommeren. Der vil i projektet derfor lægges vægt på udearealerne i forbindelse med boligen og boligens individuelle rum. Rummenes placering i forhold til hinanden vil blive bearbejdet og mulighederne i de enkelte rum.

OPSAMLING

Hvis der i forhold til den moderne bolig ses på det udarbejdede rumprogram, ses det at den umiddelbare opfattelse af en moderne bolig, passer nogenlunde overens, med de rum der blev opstillet.

Forbindelsen mellem rummene er i den moderne bolig undersøgt, og derudfra er rumprogrammet blevet organiseret. Derudover tilføjes et ekstra badeværelse i forbindelse med soveværelset. De sociale opholdsarealer som køkken, køkkenalrum og opholdstue bliver sammenhængende. Størrelsen af de enkelte rum variere meget fra bolig til bolig og er derfor svær at sætte minimum størrelse på.

Måden hvorpå dette er gjort i projektet, er at se på hvilke funktioner hvert rum ofte indeholder, samt hvad disse aktiviteter / inventar fylder i forhold til standard og derudfra fastsætte et minimumsareal på hvert rum. Der er fastsat en bufferzone på 1-2 m² i hvert rum, i tilfælde af uforudsete aktiviteter / inventar, da alle familier ikke er ens. I appendiks 7, s. 190 kan en detaljeret beskrivelse af hvert rum findes.



Ill. 38. Rumprogram i forhold til undersøgelser omkring den moderne bolig og brugen af denne.

INSPIRATION-CASESTUDIER

I projektet er der set på forskellige eksisterende bygninger, for at finde inspiration til designet af bygningerne i projektet. Inspirationen er opdelt i den indvendige del af bygningen og den udvendige del. I den indvendige del, vil der i de udvalgte projekter være fokus på brugen af rummene og i den udvendige del, vil der være fokus på bygningens karakter.

BRUG OG INDRETNING

Arkitektfirmaet Sadar Vuga har designet en enfamilie bolig, der indretningsmæssig er ret interessant. Boligen er indrettet så opholdrummet er udviddet til at række gennem hele huset. Den strækker sig ud i udstuen imod syd, igennem boligens kerne og strækker sig ud til terassen imod nord. På denne måde opnås forskellige opholdszoner til forskellige tidspunkter på året og dagen. Den er navngivet nomadehus, for at understreje brugen af boligen, at beboerne "vandre" gennem boligen i forhold til årstiden og tidspunktet, beboerne bliver nomader i deres eget hus.

Bygningen er 203 m^2 i to etager og beliggende på en 420 m^2 stor grund i Slovenien.

Princippet med at gøre boligen fleksibel i forhold til årstiderne, er meget interessant. Ofte anvender man også boligen forskelligt fra vinter til sommer, hvis muligheden er for det, og i høj grad også fra morgen til aften.

Hvis man undersøger brugen af opholdsrummet i løbet af dagen, anvender forskellige familier rummet på mange forskellige måder. Det er derfor ikke muligt at bestemme den bedste orientering af opholdsrummet i forhold til brugen. Med opholdsarealer menes de sociale rum i boligen, som stue, køkken, alrum, mediezone og eventuel kontor.

Hvis man derimod ser på udearealer, og hvilke orienteringer disse bør have, i forhold til solen, vil en placering om morgenen være bedst imod øst, til middag imod syd og om aftenen imod vest. Dette er uanset om det er forår, sommer, efterår eller vinter, da man generelt automatisk søger imod sollyset ved ude ophold.

Det er oplagt at orientere indeopholdsarealerne på samme måde. Det vil sige de aktiviteter der foregår om morgenen imod øst, de der foregår til middag imod syd og de der foregår om aftenen imod vest. Så der er let adgang til udearealerne om sommeren, samt en oplevelse af sollyset fra disse rum. Dog kan den direkte sol være generende ved nogle indendørs aktiviteter, som eksempelvis når der ses fjernsyn, eller arbejdes på computer. På rumprogrammet ill. 41, side 31 er en placering af rummet udarbejdet.

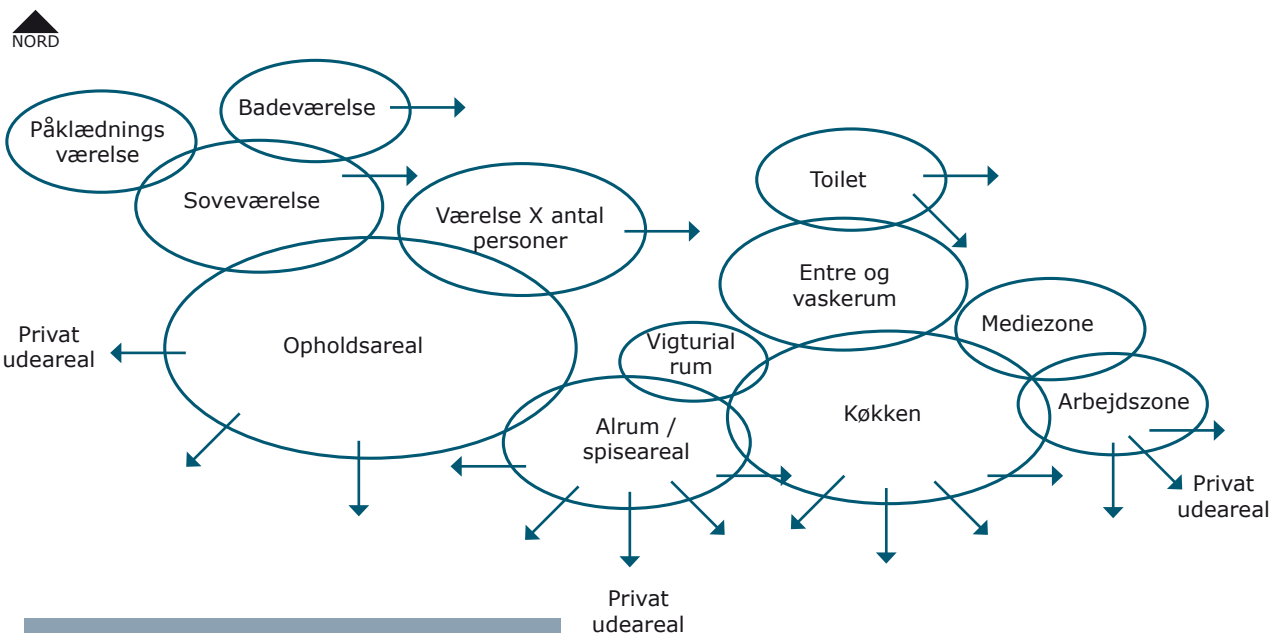
En anden planløsning, som er interessant er KOMFORT HUS SKIBET af KUBEN (Ill. 39 og ill. 40) (se evt. app. 2, side 165-166, for yderligere information om huset). Denne har en moderne og åben planløsning, som også gør den ret fleksibel i forhold til årstiderne.

Opholdsarealet, køkkenet og køkkenalrummet danner en samlet masse i boligens østlige, sydlige og vestlige del. På denne måde skabes mulighed for at ændre opholdssted i løbet af dagen og året. Der ses en tendens til at bygge åbne planer i moderne boliger, så beboerne frit kan indrette sig, og let ændre på indretningen og dermed individualisere deres bolig.

Ill. 39. KOMFORT HUS SKIBET af KUBEN

Ill. 40. KOMFORT HUS SKIBET af KUBEN

OPSAMLING



Ill. 41. Rumprogram i forhold til opholdsarealernes brug i løbet af dagen og året. Desuden er uderum i tre retninger tilføjet. Orienteringerne er i forhold til hvad der er ønskværdigt, dette kan nødvendigvis ikke opfyldes i alle boligerne og i alle rum.

FORANDERLIGHED

Et andet princip der kunne være spændende at arbejde med, i forhold til bygningens ydre design, er foranderlighed i forhold til brugen af bygningen og i forhold til årstiden. Der er forskellige krav til hvad boligen skal kunne om vinteren og andre krav til hvad den skal kunne om sommeren.

Et eksempel på dette er "The Case house" (ill. 42), som er en feriebolig, der lukkes helt af, når den ikke benyttes og fremstår som en lukket kasse. I midten af bygningen findes et skjult gårdrum, som giver lys til boligen, når den ellers fremstår som en lukket volumen.

Når boligen er i brug, kan boligen åbnes op, i form af låger i facaden (ill. 42), hvorved der åbnes op for dagslys og for udsigt. Dette giver bygningens udtryk en foranderlighed i forhold til brugen af den. Den ændre udseende fra lukket til åben, samt ændre udearealernes karakter, hvilket kunne være spændende at arbejde med, i forhold til udeophold sommer og vinter, samt hvor meget lys og udsigt man ønsker i boligen.

Boligen er arrangeret omkring et gårdrum i to etager, hvor der nogle steder i boligen forekommer rum med dobbelt rumhøjde. Opholdsrummet er placeret i den ene ende, med en stor låge der kan åbnes ud over en sø og skaber et platau med terrasseareal for beboerne.

Der findes andre eksempler på bygninger, med samme princip, hvor bygningen bliver en lukket volumen, når den ikke bruges og derefter åbner sig mere og mere op, alt efter udetemperaturen og behovet fra brugeren. Et eksempel er et sommerhus i Tibirke Lunde af Vilhelm Wohlert (Ill. 43), som også er boligen som "The Case house" har taget inspiration i. Den er opført i 1957 og designet til at tilpasse sig forskellig brug og årstidernes skiften (Beim, 2002). Boligen rummer kun de mest nødvendige funktioner til overnatning, men princippet for boligen kan godt anvendes i en helårsbolig.

Ved simpel manuel betjening kan husets ene facade åbnes i form af store facadeskodder. Skodderne er delt i to, så der både dannes rum på terrassen og en form for tagudhæng over terrassen, når boligen er åben. Boligen er opført i træ, den udvendige del er sortmalet og den indvendige del er hvidmalet, for at understrege oplevelsen af åben og lukkethed. Med denne foranderlighed gøres boligen fleksibel, det er dog vigtigt at detaljerne og brugervenligheden af bygningens skodder er gennemtænkt, for ikke at besværliggøre ændringsmulighederne for beboerne.

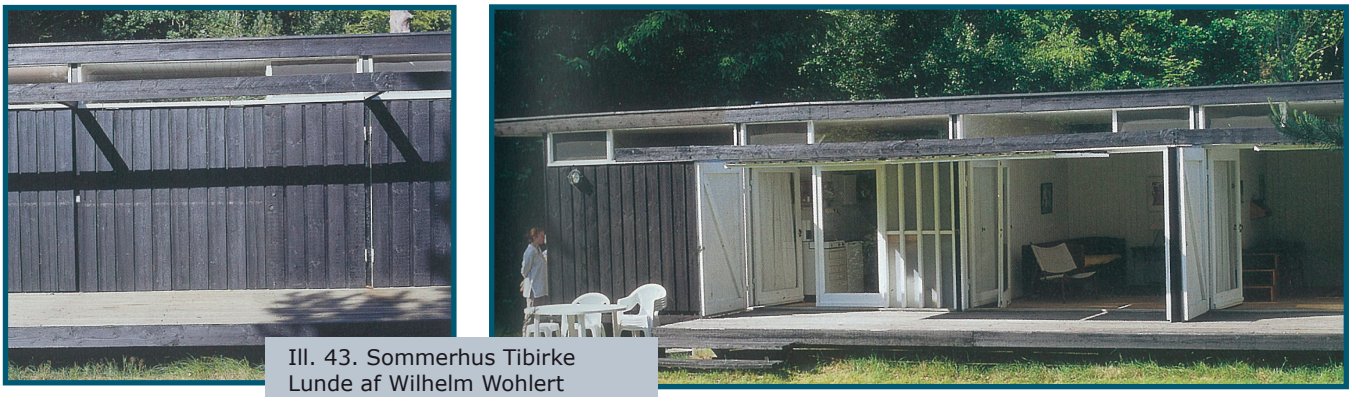
Formålet med boligen er et håb om at bygningen kommer til at spille en aktiv rolle i opbygningen af en økologisk bevisthed ved brugeren, ved at de manuelt skal tage kontakt til klimaet og omgivelserne (Beim, 2002).

Et tredje eksempel på foranderlighed er et hus i Remsheid, Tyskland (Ill. 44). Et arbejdsværelse er bygget til en eksisterende bolig, som en dynamisk del af bygningen. Arbejdsværelset er opbygget på tynde ståldragere, med kraftige hjul monteret under dragerne.

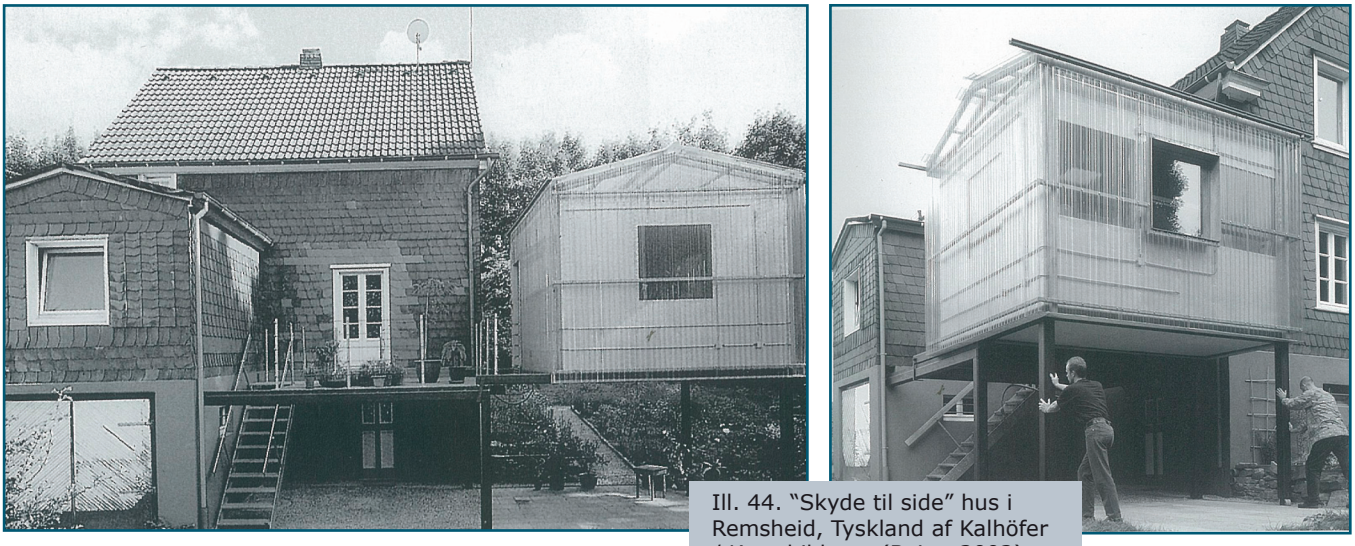
Om sommeren er arbejdsværelset skubbet til side, og skaber en stor terrasse på 1. sal, samt et overdækket skygge område under værelset. Om vinteren er værelset skubbet tilbage og der er adgang til rummet fra sommerens terrassedør. Idéen opstod, da der i forhold til grundens størrelse og indretning ikke umiddelbart var mulighed for en tilbygning. Der har i boligen ikke været behov for installation af sanitet eller afløb, men i boligen er der installeret lys og it-faciliteter. Boligen er interessant i forhold til bevægeligheden, og muligheden for at ændre funktionen af boligen og dens omgivelser, i forhold til årstiden.

I projektet vil der blive taget indspiration i disse, for at skabe foranderlighed i bygningsudtrykket. Det vil blive anvendt i forbindelse med bygningens behov og udseende i løbet af året. Der vil senere i rapporten blive set på bygningens behov i forhold til sommer og vinter, som derefter bliver designkriterier til designprocessen.

Ill. 42. Case House.



Ill. 43. Sommerhus Tibirke Lunde af Wilhelm Wohlert (Beim, 2002).



Ill. 44. "Skyde til side" hus i Remsheid, Tyskland af Kalhöfer / Korschildgen. (Beim, 2002).

I skoven og i naturen er der en stor karakterforandring i løbet af året og dagen. Forandringen er størst i løbet af året, hvor det både er farver, tæthed og stemningen der ændre sig i skoven (Ill. 47 - ill. 54).

Når der bygges boliger i skovmæssig karakter, er det oplagt at anvende skovens foranderlighed, som inspiration. Beplantning vil spille en stor rolle i designet af bygningen. Skoven har en meget vertikal karakter, med stammer i forskellige tykkelser, der stræber op i himlen, for at nå sollyset.

FORÅR

Om foråret (ill. 47-48) er kontrasterne i skoven store, med mørke stammer og helt lyse og klare skud og blade. De verdikale linier i skoven er meget synlige på denne tid af året. De grønne klaser af blade forsøger at bryde skovens vertikale linier. Skovbunden er stadig nøgen med små grønne spirre af nye skud. Forårets farver er stærke og klare.

SOMMER

Om sommeren (ill. 49-50) vil skovbunden være mere skyggefuld og mørke grøn i form af græs og buske, med et tykt loft af grønne blade fra trækronerne. De vertikale linier i skoven vil delvist være skjult af træernes egne blade. Sommerens farver er stærke, mørke og i mange variationer. Sidst på sommeren bliver farverne matte, men stadig varme, da farverne "brændes" af på grund af solen stråler i løbet af sommeren.

EFTERÅR

Stemningen i skoven er igen helt speciel om efteråret (ill. 51-52). Bladene skifter farve til rødlige, varme farver og konstrasterne i skoven bliver igen meget synlige, i takt med at bladene falder af træerne og dermed bliver de vertikale linier igen meget synlige. Efterårets farver er igen matte og i pastelområdet, primært røde, brune, gule og orange.

VINTER

Om vinteren (ill. 53-54), når træerne har smidt deres blade, vil sollyset komme ned i skovbunden og få nye og små planter til at spirre til foråret. Tæerne vil være nøgne og stammerne vil blive meget synlige. Når sneen falder, er der en helt anden stemning i skoven og den hvide sne vil stå i stor kontrast til de mørke stammer. Vinterens farver er mørke, grå og ikke så varierende.

Skovens stemninger og farver vil blive anvendt som inspiration i designprocessen.

EKSEMPLER

Der findes forskellige eksempler på bebyggelser i skoven, ofte forsøges det at understrege eller modvirke disse vertikale linier. En række eksempler findes, hvor bygningen er meget horisontal, med store glaspartier.

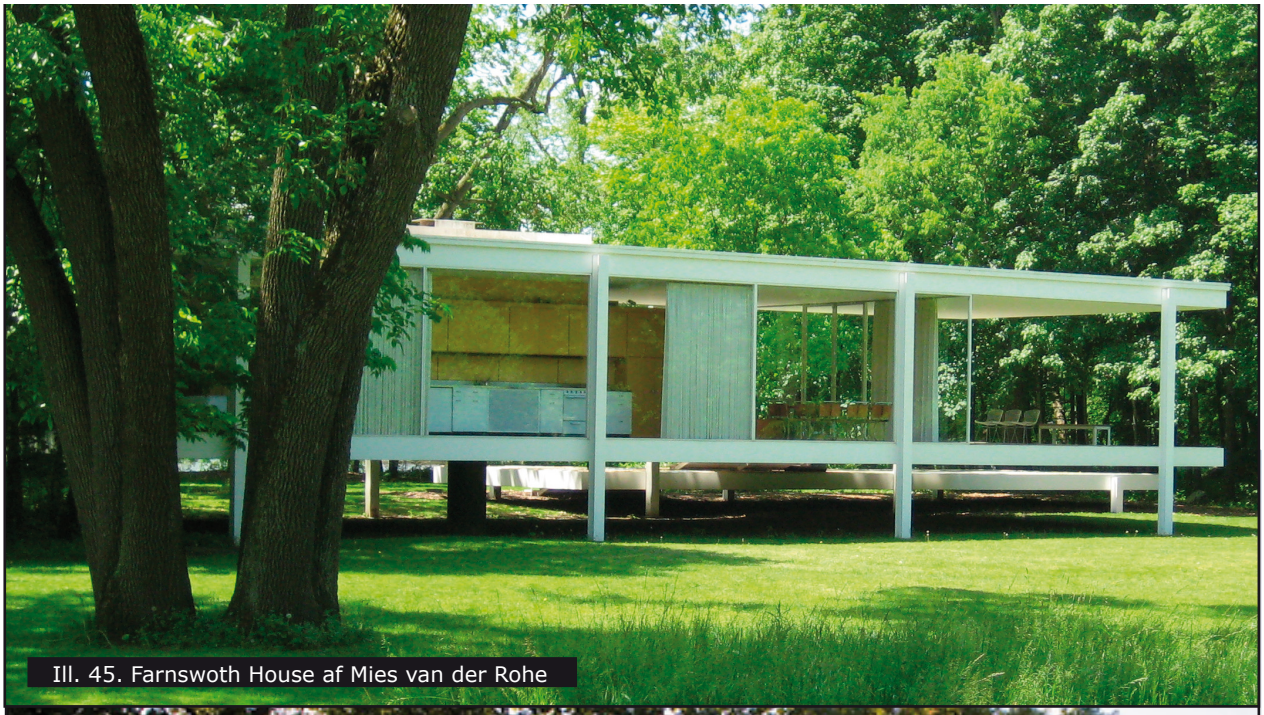
Et eksempel på dette kunne være Farnsworth House fra 1951 af Mies van der Rohe (Ill. 45, side 35).

Farnsworth House er opført i 1951 og placeret ved Fox River, vest for Chicago. Det er en bygning der fik glas i boliger til at få sit helt store gennembrud (Bahamón, 2006). Den er placeret i en lysning i skoven og hævet på stolper et stykke over skovbunden. Den simple arkitektur med sin horisontale karakter, transparens facader og tynde vertikale linier, får den til at stå flot i skoven.

Den er indrettet med en åben grundplan, hvilket har gjort det muligt med disse tranparente facader. De traditionelle muligheder med møblering i boligen er væk, til fordel for et simpelt og rent arkitektonisk udtryk. Senere er der igen udviklet mange moderne eksempler, hvor indretningsmulighederne er begrænsede, til fordel for en åben planindretning.

En bygning der minder meget om Mies van der Rohes er Glass House af Philip Johnson (Ill. 46). Han havde en forkærlighed for glas og glasbygninger, som også er afspejlet i Glass House (Bahamón, 2006). Bygningen er både domineret af horisontale og vertikale linier, som får bygningen til at passe godt ind i skoven. Specielt med dens mørke konstruktion, så kontrasten til træstammerne bliver mindre synlige.

Det der adskiller disse to bygninger væsentligt fra hinanden, er deres møde med jorden eller skovbunden. Farnsworth, lader naturen komme ind under bygningen, og forstyrre ikke naturen på samme måde som Glass Hous gør det, men bliver en kontrast til naturen. Farnsworth bliver mere et fremmedelement, som adskiller sig fra sine omgivelser, og lader naturen gå sin gang. Den er på en måde tilskuer til området, frem for en del af området. Glass House er forsøgt mere integreret eller skjult i omgivelserne, med sin mørke farve og uden niveauforskel ind til boligen. På denne måde bliver beboerne mere en del af omgivelserne, frem for tilskuer. Naturen trækkes med ind i boligen i Glass House. Disse to eksempler på boliger i skoven og deres fremtoning vil blive anvendt som inspiration i projektet.

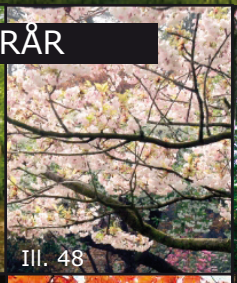


Ill. 45. Farnswoth House af Mies van der Rohe

Ill. 46. Glass House af Philip Johnson.

FORÅR

Ill. 47.



Ill. 48

SOMMER

Ill. 49.

Ill. 50.

EFTERÅR

Ill. 51. 0755.jpg

Ill. 52.

VINTER

Ill. 53.

Ill. 54.

Indeklimaet i boligen er i høj grad afgørende for kvaliteten af boligen, samt hvilken oplevelse brugeren har af boligen. Indeklimaet i boligen er afhængig af mange forskellige aspekter (Ill. 55). Afsnittet har til formål at klarlægge hvilke emner der skal bearbejdes i forhold til boligens indeklima og dermed være afgørende for hvilke analyser der efterfølgende skal analyseres.

INDEKLIMA

Indeklima måles i termisk komfort, en person der er i termisk komfort oplever en balance mellem varmeproduktion og varmetab, det vil sige at personen er i termisk neutralitet med omgivelserne. Dog er termisk neutralitet ikke altid ensbetydende med termisk komfort, da der kan opstå lokale påvirkninger, som;

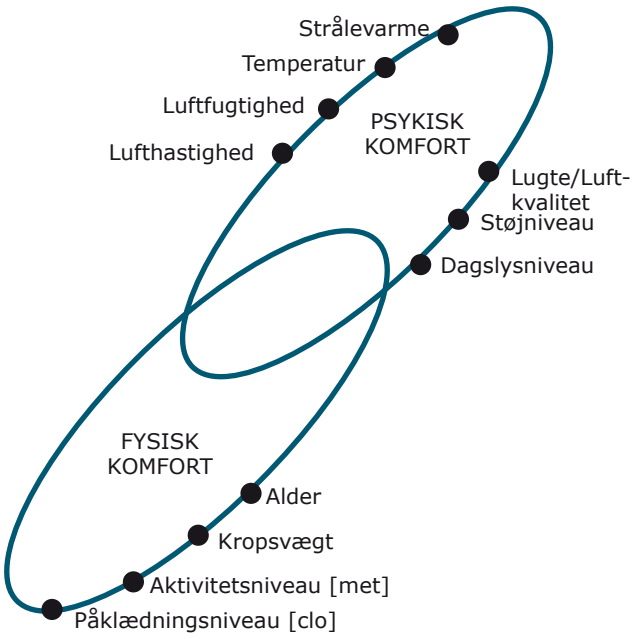
- Træk.
- Assymetrisk stråling.
- Vertikale temperaturgradienter.
- Opvarmede gulve.

Indeklima måles ud fra at flest mulig personer er i termisk komfort. Der kan være stor forskel på hvornår personer er i termisk komfort, indeklimaet måles derfor i forhold til procentvis udtilfredse personer [PD]. Der skal altid specificeres hvilke aktiviteter og hvilken beklædning brugeren forudsættes at have på. Desuden må det forudsættes at brugeren også selv bidrager til opnåelse af termisk komfort, ved eksempelvis ved ændring af påklædningen til en vis grænse. Der tilstræbes en procentdel utilfredse personer under 15%, ved dimentionering af det termiske indeklima i projektet.

TEMPERATUREN
Temperaturen i boligen er afgørende for komforten, den skal holdes på $20^{o}C<t_{o}<24^{o}C$, med en beklædning på ca. 1,0 clo. Om sommeren må temperaturen være mellem $23^{o}C<t_{o}<26^{o}C$, (DS 474, 1993) med en beklædning på ca. 0,5 clo (se beklædningsniveau s. 37).

STRÅLEVARME
Solens direkte stråler kan både give en behagelig varme til boligen, men kan også være ubehagelig i forhold til strålevarme. Der skal i boligen være mulighed for at skærme for solens direkte strålevarmning. Derudover kan pejse og brændeovne også være årsag til ubehagelig strålevarme.

LUFTFUGTUGHED
Luftfugtigheden skal holdes under 45% mindst en måned om vinteren. Fugten skal kunne ventileres væk, specielt i køkken og baderum.



Ill. 55. Emner der skal bearbejdes, før et godt indeklima kan skabes. Den fysiske og psykiske komfort er afhængige af hinanden og derfor kan et emne ikke undlades.

LUFTHASTIGHED
Boligen skal kunne ventileres med mindst 0,5 gang i timen (Valbjørn, 1993) og der må ikke forekomme træk i forbindelse med udluftningen. En lufthastighed på mere end 0,18 m/s vil føles som træk. Luftbevægelsen ønskes normalt så lav, at den ikke mærkes, hvorfor det er den operative temperatur, der må tilpasses efter behov (DS 474, 1993). Ventilationsstrategier er beskrevet på side 59. Ventilationen er vigtig for at sikre god luftkvalitet i bygningen. Ved almindelig ånding anvender mennesket ilt og afgiver kuldioxid. Denne kuldioxid skal fjernes fra luften. Tidligere ville luften blive udskiftet tilstrækkeligt gennem utætheder i boligens klimaskærm (Valbjørn, 1993), men med passivhus strategierne og øget tæthed i boligerne er det nu nødvendigt at ventilaere kuldioxiden væk fra rummene på en anden måde. Luftskiftet i boligen er afhængig af boligens størrelse, forurening fra inventar og personer, personers aktivitetsniveau m.m. Beregning af luftskifte er vist på side 181-182, app. 3.

LUGT / LUFTKVALITET
Formaldehydkoncentrationen bør holdes under 0,15 milligram pr. m^3 luft. Hvilket forventes overholdt, når der anvendes godkendte materialer i boligen (Valbjørn, 1993). Formaldehyd er et stof der afgives fra limen i mange byggematerialer, maling og rengøringsmidler. Derfor skal der ved vedligeholdelse af bygningen altid luftes ekstra ud. Derudover skal boligen kunne gøres ordentligt rent. Der er nødvendig med hyppig rengøring, for at holde mængden af støv i luften nede. Luftkvaliteten måles i koncentrationen af CO_2. En CO_2 koncentration over 5.000 ppm kan medføre et lavt iltindhold og forsøg har vist at en CO_2 koncentration på 1000 ppm er en passende koncentration at opholde sig i, svarende til en luftudskiftning på 7 l s^{-1} pr. person.

STØJNIVEAU
Støjniveauet fra boligernes omgivelser, skal gennem bygningens konstruktioner dæmpes til et tilfredsstillende lavt niveau. Også boligens egne installationer bør højst frembringe et støjniveau på 30 dB. Derudover skal boligens indre designes, så akustikken i boligen bliver god. Det vil sige, at der ikke forekommer genklang af lyden. Genklang kan forekomme i store rum, hvor lyden kan reflektere på overflader og dermed bliver efterklangen af lyden stor. Dette skal helst undgås i boliger og derfor kan der arbejdes med lydabsorberende materialer, hvis genklang bliver problematisk. Der vil i projektet ikke blive arbejdet dybdegående med akustik og lydberegning, der vil dog blive taget hensyn til materialers lydabsorbering i rum, hvor dette kan være nødvendigt.

DAGSLYSNIVEAU
Belysningen i boligens rum skal være tilstrækkelig i forhold til brugen af rummene. Øjet kan se i både solskin og i månedskin, selvom lysstyrken kan være meget forskellig, men for at opretholde et godt velbefindende skal der et tilstrækkeligt dagslys til. Lysstyrken der er behov for, er meget afhængig af brugen af rummene.

ALDER OG KROPSVÆGT
Alder og kropsvægten på brugeren har betydning for hvor komfortniveauet ligger på personen, men kan ikke bearbejdes eller bestemmes i projektet.

AKTIVITETSNIVEAU
En persons aktivitetsniveau målet i met, svarende til 1 met = 58 W/m^2, eller betegnes som en persons stofskifte ved forskellige fysiske aktiviteter. På ill. 57 ses eksempler på forskellige aktivitetsniveauer. Målingerne er taget for en gennemsnitsperson med et overfladeareal på 1,8 m^2, og som har udført, den beskrevet aktivitet over længere tid.

BEKLÆDNINGSNIVEAU
Beklædningsniveauet af brugerne i boligen, har betydning for deres komfort. Beklædningsniveauet vælger brugeren selv, men i beregninger af boligens indeklima bestemmes denne. Beklædningens varmemodstand er angivet i enheden clo. 1 clo svarende til 0,155 m^2 C/W. Ved angivelse af clo-værdier, er den pågældende beklædning isoleringsmæssigt jævnt fordelt over hele legemsoverfladen, hvilket i virkeligheden ikke er tilfældet. En clo-værdi er derfor en værdi, som forøger den totale hudoverflades varmemodstand (Ill. 56).

Den termiske komfort er meget afhængig af temperaturen i forhold til aktivitetsniveauet og i forhold til beklædningsniveauet, på ill. 58 ses den optimale operative temperatur, som funktion af beklædning og aktivitetsniveau, med maksimalt 10 % utilfredse.

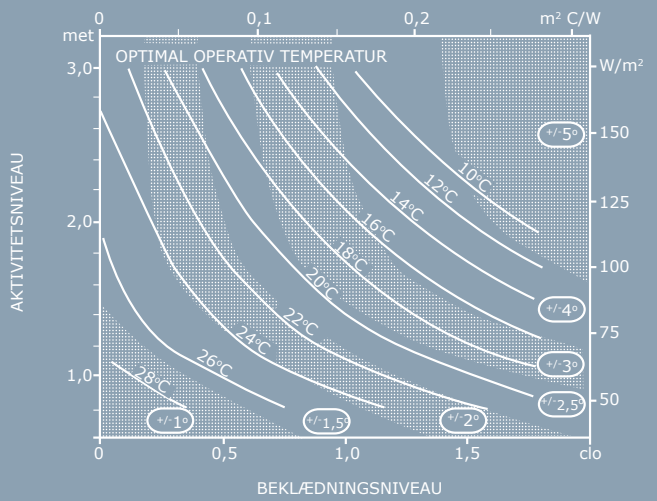
I projektets proces vil dele af indeklimaet blive undersøgt med ECO-factor metoden (app. 2.8, s. 180) og beregning af naturlig ventilation (app. 4, s. 183). Derudover vil der blive beregnet på luftkvaliteten med håndberegninger (app. 3, s. 181-182), for at fastlægge det ønskede luftskifte i et givent rum.

Beklædning	clo
Nøgen	0
Shorts, T-shirt, underbukser, lette sokker, sandaler	0,30
Let kjole med ærmer, underkjole, trusser, strømpebukser, sandaler	0,45
Lette bukser, skjorte m. korte ærmer, lette sokker, sko	0,50
Nederdel, skjorte m. korte ærmer, trusser, strømpebukser, sandaler	0,55
Lette bukser, skjorte, underbokser, sokker, sko	0,60
Nederdel skjorte, underkjole, trusser, tykke knæstrømper, sko	0,80
Bukser, sweater, skjorte, underbukser, undertrøje m. korte ærmer, sokker, sko	0,95
Nederdel, jakke, vest, skjorte, trusserm sokker, sko	1,0
Bukser, jakke vest, skjorte, underbukser, undertrøje m. korte ærmer, sokker, sko	1,15
Frakke eller dunjakke øger isolansen med ca. 0,60	

Ill. 56. Beklædningens varmemodstand [clo]. (Hyldgaard, 1997.)

Aktivitetsniveau	W/m^2	met
Liggende	46	0,8
Stillesidende, afslappet	58	1,0
Stillesidende, kontor	70	1,2
Stående, afslappet	70	1,2
Stående, forretning, laboratorium el. andet	93	1,6
Stående, husarbejde, maskinarbejde e. andet	116	2,0
Middeltungt arbejde	165	2,8
Gang, 5 km/t	200	3,5
Løb, 9 km/t	435	7,5
Løb, 15 km/t	550	9,5

Ill. 57. Aktivitetsniveau [met]. (DS 474, 1993)



Ill. 58. Optimal temperatur som funktion af beklædning og aktivitetsniveau ved 10 % utilfredse. (DS 474, 1993).

Følgende afsnit vil omhandle lys og lysstudier. Afsnittet er lavet, for at få et overblik over hvad dagslys har af betydning i arkitekturen og for menneskets velbefindende, samt for at finde nogle designkriterier der kan anvendes i designprocessen.

DAGSLYS OG LYSSTUDIER

Dagslys og sollys har stor betydning for menneskets trivsel. Forskning viser, at dagslys i boligen er vigtigt for menneskets sundhed og velbefindende og er dermed en væsenlig del af den termiske komfort. Lyset der rammer vores øjne, påvirker vores biologiske system og er med til at skabe en døgnrytmen for mennesket (www.boliglys.dk).

Lys er også en forudsætning for at vi kan se og opleve verden omkring os. Derudover er rummets stemning og fremtoning også afhængig af lyset. Vores daglige rytme af hvile og aktivitet reguleres af lyset, og vores humør er ofte påvirket af lyset. 5% af den danske befolkning lider af vinterdepression, som er et resultat af for lidt dagslys i vinterperioden. Sygdommen er endnu hyppigere længere nordpå, imens den i middelhavsområdet er et ukendt fænomen. Det siger noget om hvor vigtig dagslys er for menneskets trivsel. Derudover kan det ligefrem være fysisk skadeligt med for lidt sollys, da for lidt D-vitamin kan skade knogler og tænder, da kalkdannelsen ikke fungere optimalt i kroppen (Albjerg, 2008).

Mængden og behovet for dagslys afhænger af brugen af rummet. Hvis rummene skal designes så et minimum forbrug af kunstig belysning skal anvendes i dagstimerne, er det vigtigt at se på brugen af hvert enkelt rum. Lyset kan opdeles i to typer: Den direkte solstråling og det diffuse lys.

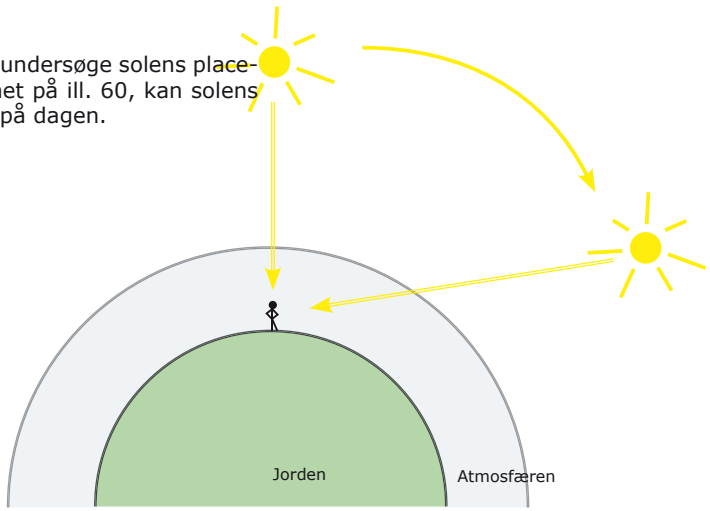
DIREKTE SOL
Lys er til en vis grænse et forudsigeligt fænomen, men alligevel kan den varierer i styrke, farve og retning. Den er forudsigelig på den måde at den står i samme position på himlen på bestemte tidspunkter, men kan ikke forudsiges at ramme jorden med samme intensitet og styrke på samme dag hvert år, idét skyer eksempelvis kan forhindre dens vej til jorden.

Solens intensitet vil altid være højest på de steder, hvor solen rammer jorden vinkelret, fordi solens vej gennem atmosfæren her vil være kortest (Ill. 59). Det vil sige at jo lavere solen står på himlen, jo lavere vil dens intensitet være.

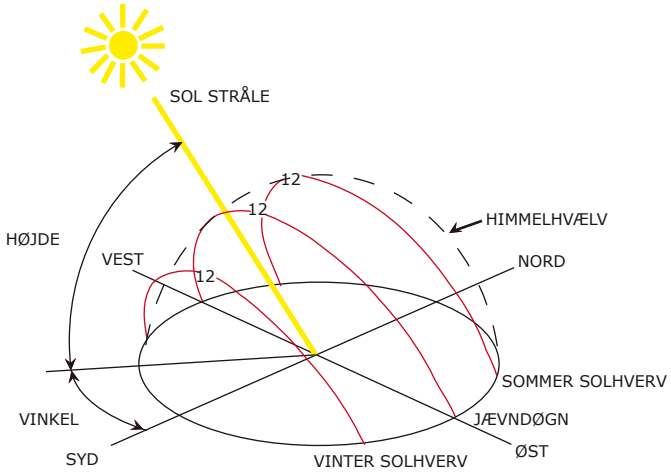
Hvordan man er placeret i forhold til solen er breddegradsbestemt. I Danmark ligger vi på en breddegrad på 56° og vil med denne placering aldrig have solen stående vinkelret over os. Ill. 60 viser hvordan solens bane er i Danmark om sommeren (21. juni), om vinteren (21. december) og ved jævndøgn (21. marts og 21. september).

Solens position kan beregnes ved at tage solens position ved 90° og trække breddegraden fra (56°), altså 90-56 = 34°. Dette er solens position ved jævndøgn. Solen bevæger sig 23,5° på hver side af jævndøgn fra sommer til vinter. Vinklen på solen er altså 57,5° om sommeren og 10,5° om vinteren, når solen står højest på himlen.

Et andet diagram der kan anvendes, når man ønsker at undersøge solens placering er diagrammet på ill. 61. Med denne og diagrammet på ill. 60, kan solens placering bestemmes på et hvilket som helst tidspunkt på dagen.



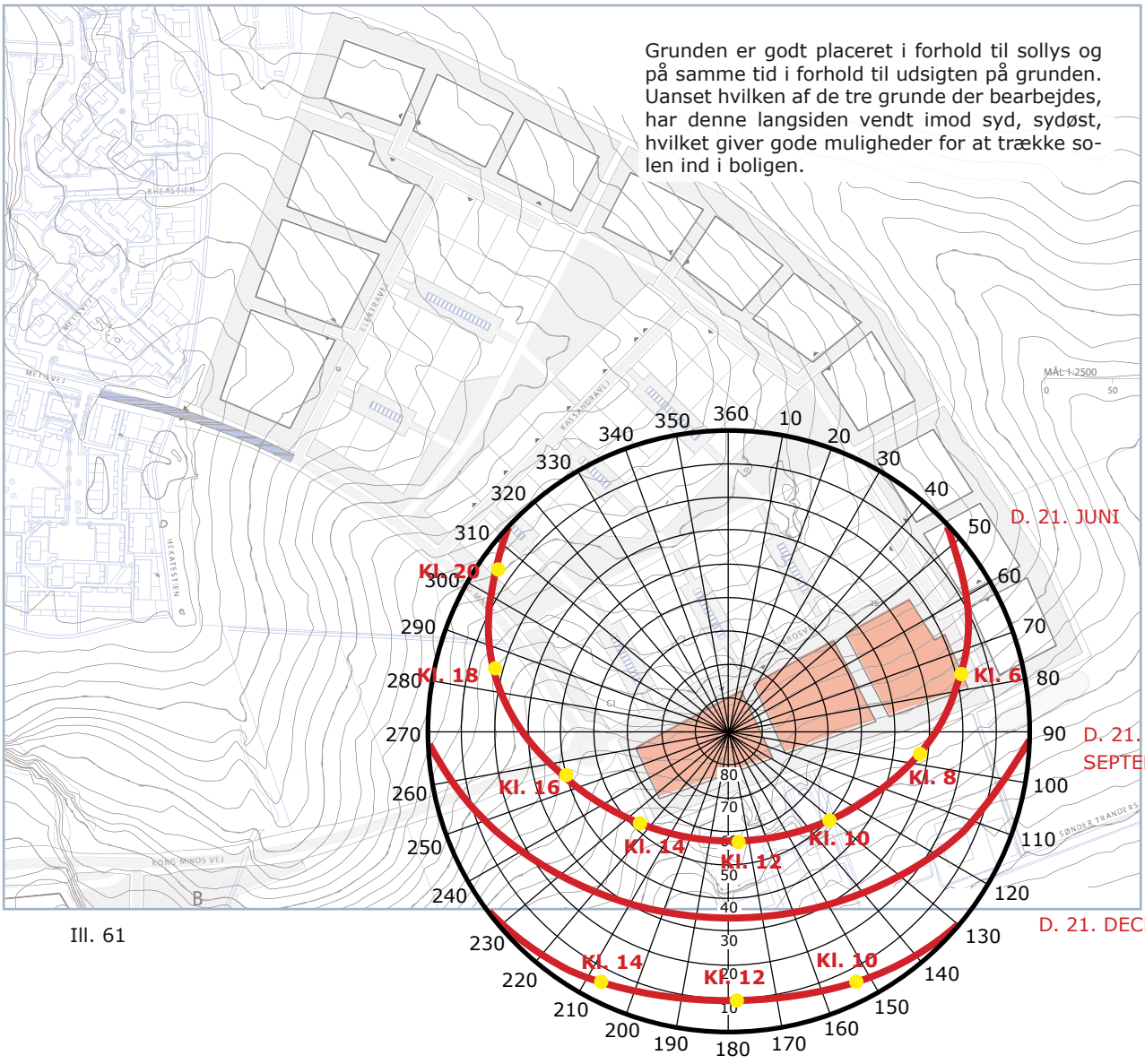
Ill. 59. Solens intensitet er højere, jo tættere den kommer på at ramme jorden vinkelret.



Ill. 60

SOLFORHOLD PÅ GRUNDEN

Grunden er godt placeret i forhold til sollys og på samme tid i forhold til udsigten på grunden. Uanset hvilken af de tre grunde der bearbejdes, har denne langsiden vendt imod syd, sydøst, hvilket giver gode muligheder for at trække solen ind i boligen.



Ill. 61

SOLEN SOM VARMEKILDE

Solen har andre egenskaber end blot dagslystilskud. Den har også evnen til at opvarme de objekter den rammer. Solen kan derfor være specielt vigtig i vintermånederne, da den kan tilføre gratis varme til boligen. Direkte solstråling om sommeren skal helst minimeres, da der ellers kan være risiko for overophedning i boligen. Der er i de seneste år dokumenteret mange problemer med overophedning, på grund af uønskede effekter af passiv solvarme om sommeren (Marsh et. al., 2006, s. 6)

Selv på overskyede dage vil solen komme ind og opvarme rummene. På en dag med klar himmel vil solen kunne opvarme med 100 %:

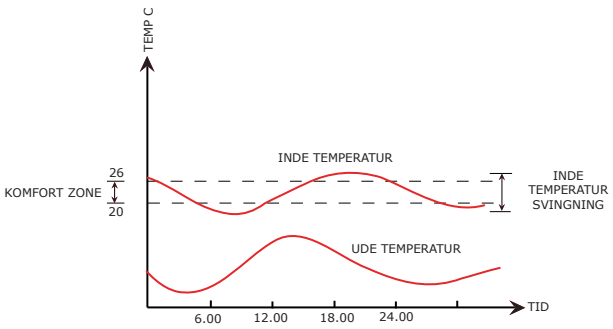
Klar himmel	100%
Klar, let skyet	80%
Tåget	60%
Overskyet	40%

I Danmark er der i gennemsnit skyet eller overskyet i 80% af dagstimerne (Marsh, 2008, s. 14).

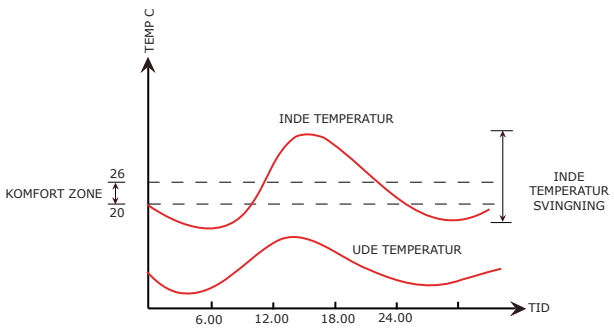
Der findes mange forskellige måder hvorpå solens opvarmning kan udnyttes eller forstærkes. For at få mest ud af den varme solen afgiver til et materiale, er det bedst at vælge et materiale der kan akkumulere varmen, til afgivelse senere når temperaturen falder. Dette opnås ved at vælge et materiale af høj termisk masse. Ved at have materialer der kan opbevare varme og senere afgive denne varme, vil temperatursvingningerne i bygningen minimeres (Ill. 62 og ill. 63) og dermed opretholde en bedre termisk komfort i boligen (Gallo, 1998).

Et materiale med høj termisk masse kunne være beton, teglsten, fliser, vand m.m. (Overfladerne skal helst være rå, det vil sige, at der ikke må være eksempelvis tæpper på gulvene, hvis gulvet skal anvendes til akkumulering af varme. En tykkelse på mere end 100 - 150 mm er ikke nødvendig, da varmen ikke trænger længere ind i konstruktionen. Derudover skal farverne helst være mørke, da en lys farve vil reflektere største delen af lyset, frem for at akkumulere den (se side 179, app. 2.7 for materialers evne til at reflektere).

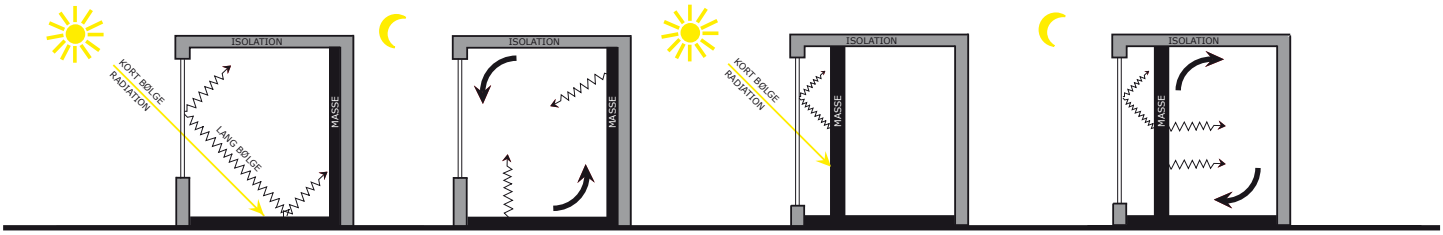
Solens stråler kan både anvendes direkte ind i rummet og indirekte. Ill. 64 og ill. 65 viser to eksempler på hvordan solen kan anvendes til opvarmning af et rum. Der er primært behov for materialer med høj termisk masse, på de steder hvor solens stråler rammer direkte og i mindre grad der hvor solen aldrig kommer direkte.



Ill. 62. Høj termisk masse giver lave temperatursvingninger, hvilket bevirker, at temperaturen skønsmæssig er indenfor komfort zonen hele tiden.



Ill. 63. Lav termisk masse giver større temperatursvingninger.



Ill. 64 Direkte stråling

Ill. 65 Indirekte stråling

AKTIVE STRATEGIER

Ud over omtalte passive metoder til nedbringelse af energiforbruget i forhold til solen, findes der også aktive metoder. Solceller, solfanger og jordvarme kan være en aktiv måde til anvendelsen af solens energi. I solfangeren omsættes solens stråleenergi til varme. Både fra den direkte sol, men også fra diffuse solstråler, så solfangeren kan godt producerer varme på overskyede dage. En solfanger kan reducere varmeforbruget til opvarmning af vand med 50-70% i en husstand, og mellem 30-40% hvis varmen også anvendes til opvarmning af boligen.

Normalt styres solfangeranlægget af følere der er elektronisk stryrede, men der findes også muligheden for at drive anlæggest pumper med el fra solceller, som gør systemet uafhængigt af elnettet og dermed mere miljøvenligt.

Placeringen af solfangere og solceller er bedst direkte imod syd med en hældning på 45 grader. Dog kan de også fungere med en lille vinkel imod sydvest eller sydøst. Solfangere kan placeres forskellige steder på tage eller på terræn, eller integreres i bygningen, men der skal være kortest mulig rørføring mellem fanger og varmelager. Der skal derud-over tages hensyn til skyggegivende genstande i omgivelserne.

Ekspemper på solceller, som er integrerede i facaden, kan læses i app. 5, s. 185 - 187.

En anden måde at udnytte solens energi, er ved jordvarme, som omdanner den oplagret energi i jorden til varme, som kan anvendes til opvarmning af boligen (se app. 6, s. 188-189).

DAGSLYS OG VINDUERNES PLACERING

Vinduernes placering i væggen er af stor betydning for hvor meget dagslys der kommer ind i rummet. Et højt placeret vindue kan være en fordel, da lyset vil reflekteres i loftet og trænger dermed længere ind i rummet. Jo mindre afstand der er til loftet jo mere lys vil reflekteres heri. Loftmaterialet er derfor også en vigtig faktor. Sættes vinduet i selve loftet, vil vinduet give rummet ca. 3 gange mere lys end et vindue på samme størrelse i en vertikal væg (Smith, 2005). Dog vil der være en større risiko for overophedning med et vindue i loftet, hvis ikke der afskærmes for solen om sommeren

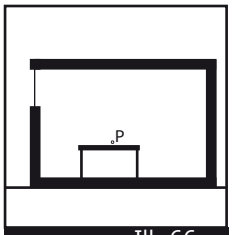
Det er altså vigtigt hvor meget af himlen der er synligt fra vinduet.

Man skal ikke kun designe sine vinduer ud fra det bedste dagslysniveau, det er også vigtigt at der tages hensyn til udsigten til omgivelserne, så brugeren ikke føler sig indelukket, men kan følge med i livet omkring bygningen. Dagslyset er ikke blot afhængig af vinduesplaceringen, som vist på ill. 66-73, men også i forhold til størrelsen.

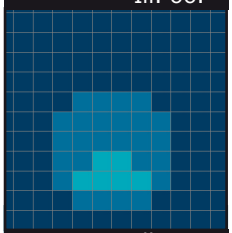
GLASSETS AREAL

På ill. 66-73 er dagslysmålinger lavet, for vinduer orienteret imod syd. Betragtningerne måles ud fra punktet P i alle beregningerne. Det ses i forhold til at skulle arbejde og dermed have et godt dagslysniveau, at ill. 68-69 vil være den bedste, da vinduet er tættere på punktet, da den er placeret i højde med punktet P. Ill. 66-67 er bedst set i forhold til at trække lyset langt ind i rummet. Ill. 70-71 er den dårligste, da der i forhold til punktet P ikke kommet tilstrækkeligt lys ind, men lyset er istedet under punktet. Ill. 72-73 er i forhold til hele rummets dagslysniveau klart bedst, da der kommer mest lys jævnt ind i hele rummet, hvilket også stemmer overens med hvad der blev forudsagt.

En anden ting der undersøges, er glassets areal i forhold til vinduets samlede areal. Vinduer med et stort rammeareal kan give et spændende arkitektonisk udtryk, men jo mere ramme der forefindes, jo mindre dagslys kommer ind i rummet. Derfor er det i lavenergibygninger vigtigt, at der vælges vinduer med et lille rammeareal, da hensigten her er at få så meget dagslys ind som muligt i forhold til varmetab. På ill. 74-81 ses målinger på hvor meget dagslys der mistes, forskellige rammeareal. Det kan aflæses på målingerne, at rammen tager en stor del af dagslyset.

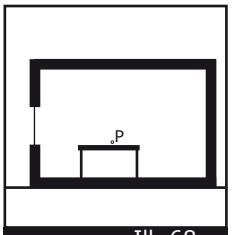


Ill. 66.

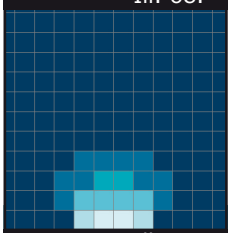


Ill. 67.

vindue i øvre del af væg

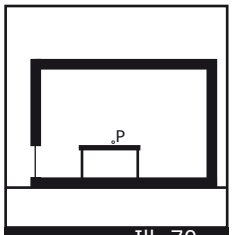


Ill. 68.

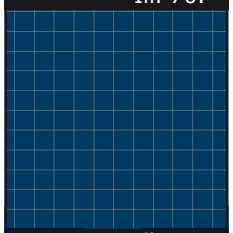


Ill. 69.

vindue i den midterste del af væggen

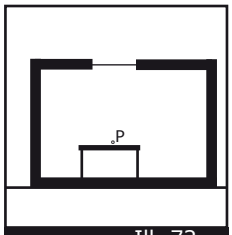


Ill. 70.

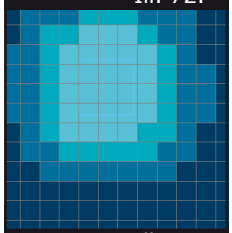


Ill. 71.

vindue placeret i den nedderste del af væggen.



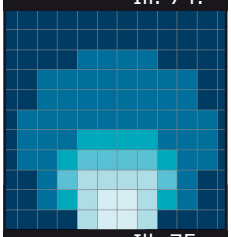
Ill. 72.



Ill. 73.

vindue placeret i loftet.

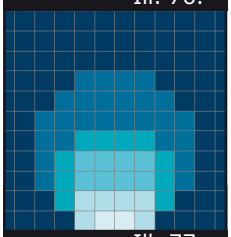
Ill. 74.



Ill. 75.

Ingen ramme, A = 100 %

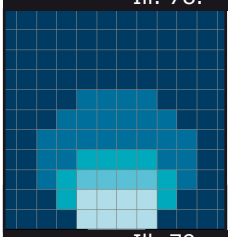
Ill. 76.



Ill. 77.

Ydre ramme, A = 85 %

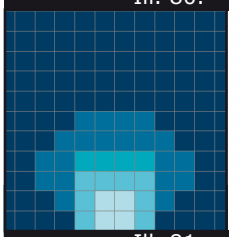
Ill. 78.



Ill. 79.

Todelt ramme, A = 70 %

Ill. 80.



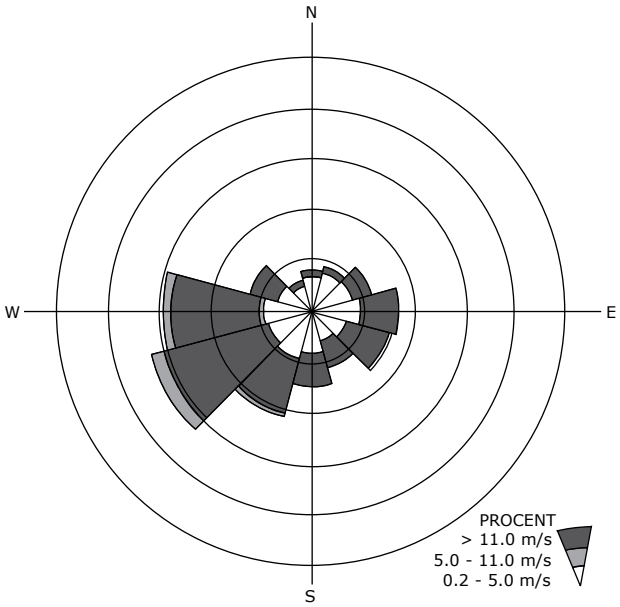
Ill. 81.

Sprosser, A = 60 %

A= Areal hvor solen har direkte adgang ind i rummet.

Ud over sol- og dagslys forholdene, er vinden på og omkring grunden også af betydning for bygningens indeklima. Følgende afsnit vil indeholde en beskrivelse af vindforhold i området og hvordan vinden kan anvendes til opreholdelse af et godt indeklima i bygningen, samt behagelige udearealer omkring bygningerne.

VINDFORHOLD OG VENTILATION



Ill. 82. Gennemsnitlig vindhastighed i Aalborg, for et år.

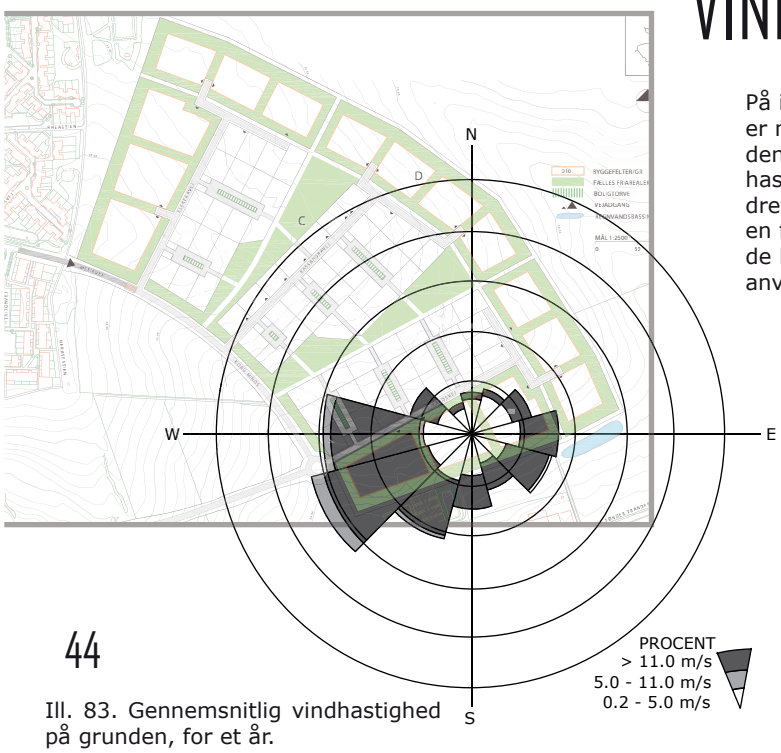
For at opretholde et godt indeklima i en hvilken som helst bygning, skal der en luftudskiftning til. En luftudskiftning i rummene kan foretages på forskellige måder; ved naturlig ventilation eller ved mekanisk ventilation (se side 59-61).

Vinden kan med fordel anvendes til naturlig ventilation i bygningen om sommeren, så der spares energi til mekanisk ventilation.

Før vinden kan anvendes til ventilation, skal bygningen udformes, så vinden har mulighed for at nå ind i bygningen. Der skal derudover tages hensyn til, at der kan opstå kraftige vinde, hvilket kan forårsage træk i bygningen, som forringer den termiske komfort. Det er derfor vigtigt at kende vindens bevægelse på det sted der bearbejdes.

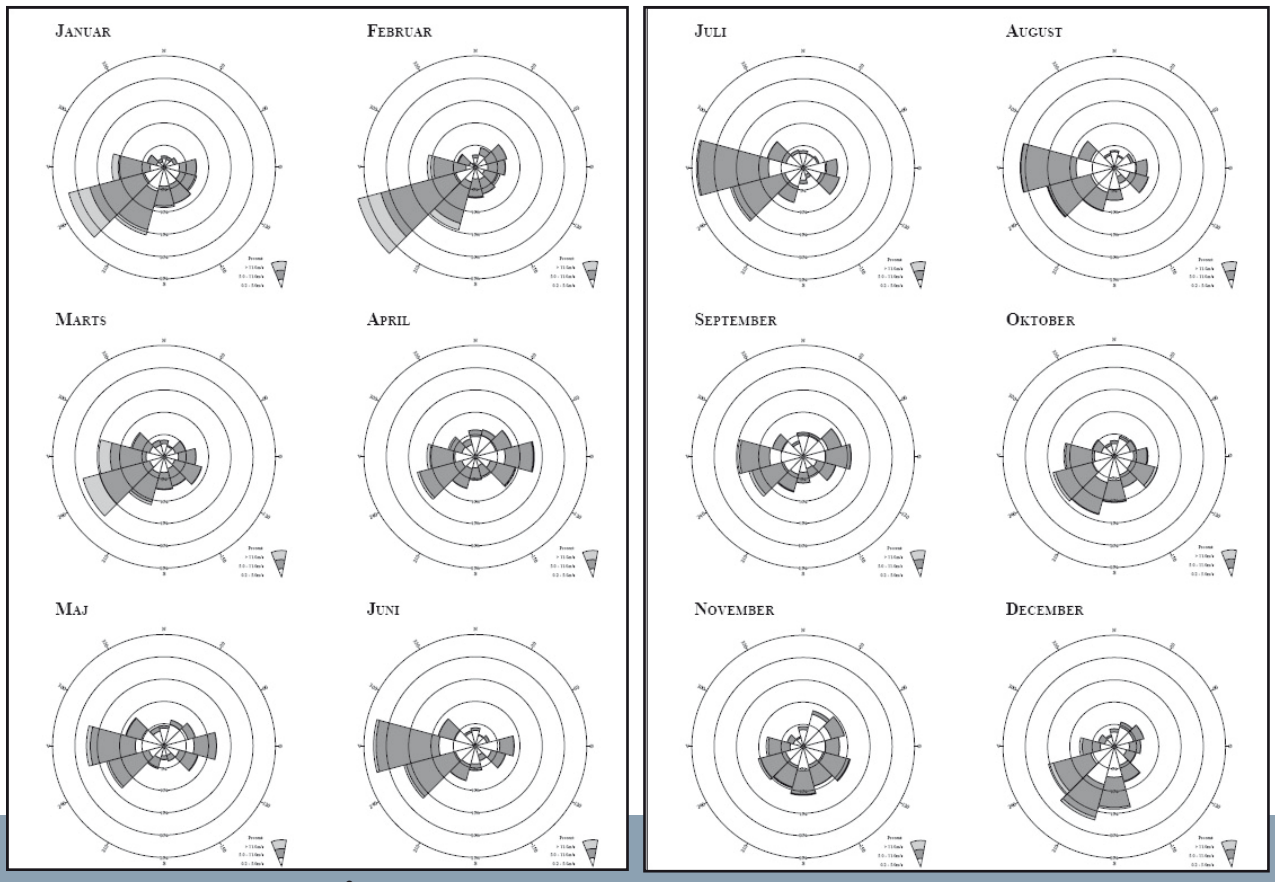
Vindens bevægelser kan aflæses på en vindrose (Ill. 82). Denne er de gennemsnitlige vindforhold i Aalborg i løbet af et år. Det kan her aflæses, at vinden hovedsaglig kommer fra vest og sydvest.

VINDFORHOLD PÅ GRUNDEN



Ill. 83. Gennemsnitlig vindhastighed på grunden, for et år.

På ill. 83 ses vinden i forhold til grunden. Når vinden er med lav hastighed, altså under 5 m/s, så kommer den lige så ofte fra øst, som fra sydvest og vest. Når hastigheden er højere end 5 m/s, er den primære vindretning sydvest og vest. Det vil sige at der skal være en form for vindafskærmning imod sydvest og vest, så de kraftige vinde ikke skaber træk i boligen, når denne anvendes til naturlig ventilation om sommeren.



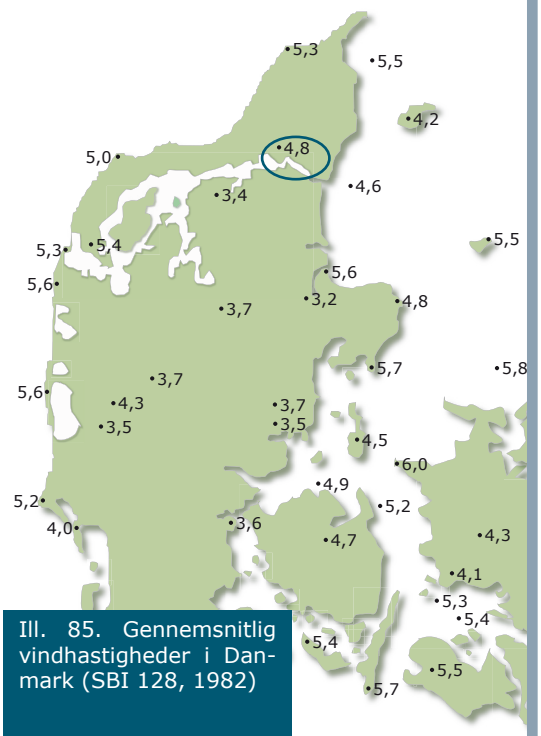
Ill. 84. Vindroser, for hver måned.

Hvis man istedet opdeler vindrosen og ser på hver enkel måned af året (ill. 84), ses det at vinden er hyppigst og stærkest fra sydvest om vinteren. Om sommeren, når vinden gerne skal anvendes til naturlig ventilation af bygningen, kommer den fra direkte vest. Både den kraftige vind over 5 m/s og den lave vindhastighed under 5 m/s. Der kan eventuelt arbejdes med en afskærmning imod vest, som sænker vindens hastighed.

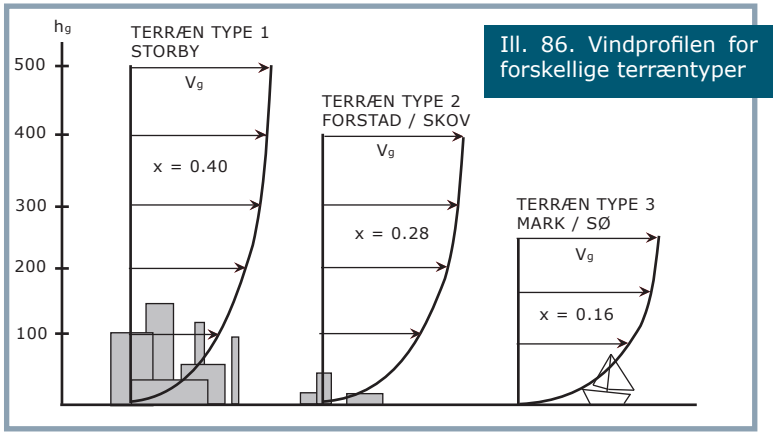
Da sommeren i Danmark kan være varm og vinteren kold, forudsættes det, at der er et behov for opvarmning om vinteren og køling om sommeren. Det vil derfor være en fordel med naturlig ventilation om sommeren og en afskærmning af vinden om vinteren. Idét vinden ikke kommer fra helt samme vinkel sommer som vinter, kan dette gøres i designet af bygningen, eller med beplantning på grunden.

VINDHASTIGHED

De dimentionerende vindforhold på grunden kan findes ved hjælp af vinddata. De vinddata der forefindes er ofte målt i lufthavne eller vejrstationer (ill. 85, side 46), i Aalborgs tilfælde er målingerne foretaget i Aalborg lufthavn, hvilket betyder at vindens hastighed og styrke kan være forskellig i det område der bearbejdes. Målingerne er foretaget i en højde af 10 meter over jorden, for at måle vinden hvor den er uden turbulens. Vindforholdene på grunden kan bestemmes ud fra et vind-profil (ill. 86, s. 46), samt ovennævnte data omkring vindforhold målt i Danmark.



Ill. 85. Gennemsnitlig vindhastigheder i Danmark (SBI 128, 1982)



Ill. 86. Vindprofilen for forskellige terræntyper

Vindprofilen for forskellige terræntyper kan aflæses på ill. 86. Grunden er i projektet defineret som type 2, da der i projektet forventes at området vil blive omgivet af skovbeplantning.

Med terræntypen kendt og den gennemsnitlige vindhastighed i Aalborg Lufthavn, kan den aktuelle designmæssige vindhastighed på grunden udregnes. Der beregnes på højder 2 meter, 4 meter, 6 meter, 8 meter, 10 meter, 12 meter og 14 meter, for at se hvor stor forskel der er på den gennemsnitlige vindhastighed på grunden, samt for at se om bygningsformen skal være anderledes, når den kommer op i højden. Derudover beregnes for alle tre terræntyper, for at se hvor stor forskel der er på vindhastighederne.

Til beregningerne anvendes denne formel:

$V_h = V^g(h/h^g)^x$, hvor

V_h = Vindens hastighed i højden h.
V_g = Vindhastigheden i Aalborg lufthavn, hvor vinden er uden turbulens.
h_g = Højden hvor vinden er målt i Aalborg lufthavn.
x = Terræntype faktor.
(Heiselberg, 2008)

Eksempel:
Vindens hastighed 10 meter over jorden for terræntype 1.
$V_h = V_g(h/h_g)^x$
$Vh = 4{,}8(10/10)^{0{,}40} = 4{,}8$
Hvilket også er det, den er målt til (gennemsnitlig vindhastighed for Aalborg lufthavn).

Højden der beregnes	Terræntype 1 Vg = 500m x = 0.40	Terræntype 2 Vg = 400m x = 0.28	Terræntype2 Vg = 250m x = 0.16
2 m	2,5 (m/s)	3,1 (m/s)	3,7 (m/s)
4 m	3,3	3,7	4,1
6 m	3,9	4,2	4,4
8 m	4,4	4,5	4,6
10 m	4,8	4,8	4,8
12 m	5,2	5,1	4,9
14 m	5,5	5,3	5,0

Den gennemsnitlige beregningsmæssige vindhastighed for grunden (terræntype 2), viser sig at være lavere end den gennemsnitlige vindhastighed for Aalborg, når man befinder sig under 8 meter. Kommer bygningen over 8 meter, vil vindhastigheden være højere. Der er ikke stor forskel på de forskellige vindhastigheder, når der beregnes for bygninger i små højder. Alligevel skal der tages højde for en øget vindhastighed, for boliger der placeres højt på grunden. Beregningerne her, vil blive anvendt når luftskifte og ventilationsforholdene bestemmes for boligerne.

Ill. 87. Beregningsmæssige vindhastigheder for grunden i forskellige højder, samt for andre terræntyper.

VIND OG BEPLANTNING

Der findes forskellige strategier til, hvordan vinden omkring bygningen kan optages eller mindskes efter behov. Beplantning kan effektivt anvendes til begge formål (Heiselberg, 2008), hvis det placeres med omtanke.

Ill. 88 viser vindens bevægelse, i forhold til placering og tæthed af beplantning. Beplantningen kan være med til at sænke vindens hastighed, inden den når boligerne om sommeren, ved dage med kraftige vinde.

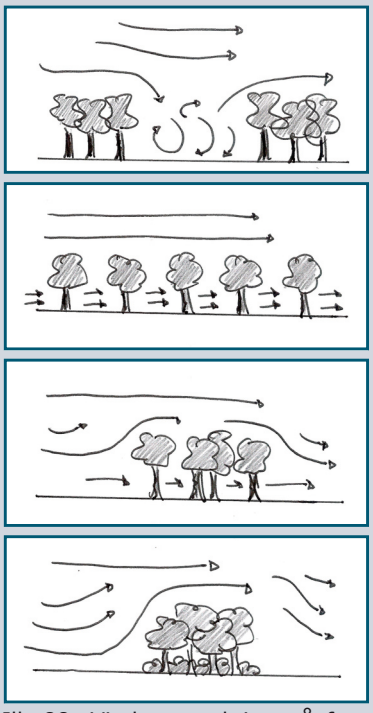
Desuden kan beplantning lydabsorberer, CO_2 absorberer og beplantningen kan fjerne op til 75% af de støvpartikler der er i luften (Baker, 2000). Hvis der tages udgangspunkt i beplantningen, som det er ønsket fra lokalplanen, så vil vinden se ud som på ill. 97 på grunden.

I designprocessen af området, vil beplantningen desgines og placeres i forhold til både solforhold, udsigtsforhold og vindforhold.

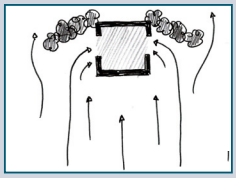
Ud over beplantningstætheden, kan måden hvorpå beplantningen er arrangeret på grunden, have stor betydning for om der er vind-bevægelse omkring vinduet/ventilationsåbningen. På ill. 89-92 er beplantningen arrangeret så den forstærker vindhastigheden omkring åbningen og på ill. 91-92 er beplantningen placeret, så vindhastigheden bliver sænket.

Naturlig ventilation sker desuden ved trykforskelle. Derfor er det vigtigt at vide, hvor på bygningen vindtryk og træk forekommer. Da vinden i læsiden suges fra bygningen, vil det i forhold til vindhastigheden inde i rummet, være bedst med små vinduer i læsiden.

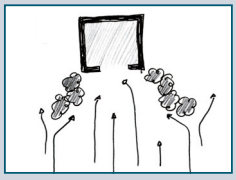
Tagets hældning har betydning for hvor der forefindes sug og hvor der forefindes tryk (Ill. 93-96). Der er sug på taghældningen (-) ved en hældning op til 21°. Ved 21° - 41° vil der både kunne foregå sug og tryk (+), hvorimod ved en taghældning på 60° vil der altid være tryk på taget i vindsiden. Det er normalt bedst at have tagets hældning imod vinden, fremfor gavlen af huset.



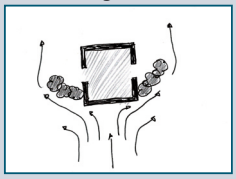
Ill. 88. Vindens reaktion på forskellige typer beplantning.



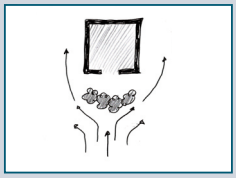
Ill. 89. Vindhastigheden forstærkes.



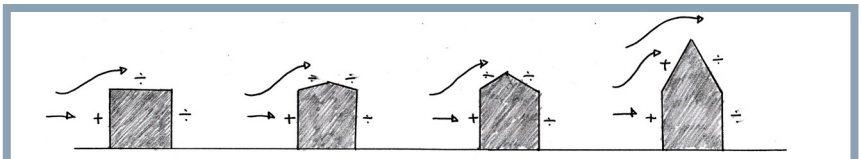
Ill. 90. Vindhastigheden forstærkes.



Ill. 91. Vindhastigheden mindskes.



Ill. 92. Vindhastigheden mindskes. Kilde: delvis Koch-Nielsen, 2002)

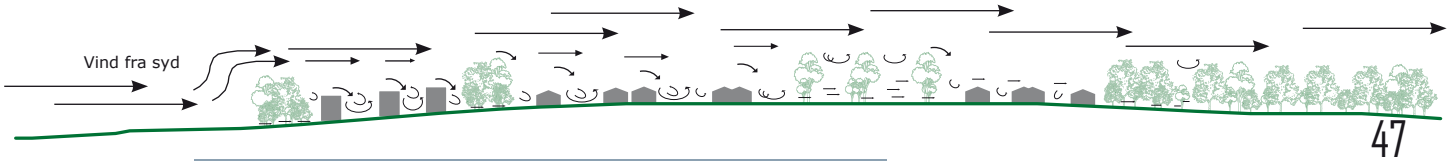


Ill. 93. Taghældning under 5°.

Ill. 94. Taghældning 15°.

Ill. 95. Taghældning 20-40°.

Ill. 96. Taghældning 60°.



Ill. 97. Snit af grunden, med vindens bevægelse i området.

Ventilationsstrategien for bygningen er en vigtig del der skal overvejes, når der designes med energiforbruget i fokus. Formålet med dette afsnit, er at få et overblik over hvilke muligheder der forefindes, samt hvad der ønskes anvendt i projektet.

VENTILATIONSSTRATEGIER

Når der tales indeklima (side 40-41), er ventilationen som beskrevet en meget vigtig del af opretholdelsen af et godt indeklima i bygningen. I passiv huse og huse designet med et meget lavt energiforbrug, er klimaskærmen på bygningen udført næsten lufttæt, hvilket medføre at den naturlige ventilation gennem sprækker og utætheder i bygningen mindskes. Derved sker der ikke en automatisk naturlig luftskifte i boligen og dette skal derfor udføres på anden vis, for at opretholde et godt indeklima.

Ventilation af boligen kan ske på to måder, ved hjælp af naturlig ventilation gennem bygningens åbninger, eller ved hjælp af et mekanisk system.

NATURLIG VENTILATION

Den naturlige ventilation kan benyttes ved at anvende vinden omkring bygningen. Bygningen skal derfor designes så bygningen har lettere ved at udnytte vinden.

Naturlig ventilation forekommer ved trykforskelle i luften og virker kun, hvis luften udenfor bygningen er koldere end inde i bygningen. Effekten af den naturlige ventilation afhænger af de aktuelle udendørs forhold som; vindhastighed og retning (se side 44-45), temperatur, luftfugtighed og typografien i området (se side 10-11). Derudover har bygningsdesignet også indflydelse på effekten; Bygningens orientering, antal åbninger (vinduer, døre), størrelse og beliggenhed.

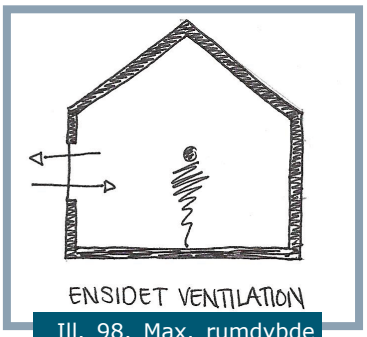
Udformningen af rummene er også af betydning for, hvilken form for ventilation der kan anvendes. Et stort rumvolumen i forhold til brugen af rummet giver et mindre ventilationsbehov. Hvorimod ved lave lofthøjder vil den naturlige ventilation være svær at få til at fungere, og et større luftskiftebehov er nødvendigt (se side 181-182, App. 3).

Der findes forskellige principper, der kan være med til at forstærke den naturlige ventilation:

- Ensidet ventilation (ill. 98, s. 49)
- Kryds ventilation (ill. 99, s. 49)
- Stack ventilation (ill. 100, s. 49)

ENSIDET VENTILATION

Med ensidet ventilation har rummet kun vinduer/åbninger til én side (ill. 98). Den hovedsaglige drivende kraft er termisk opdrift om vinteren og vindturbulens om sommeren. Om vinteren er luften koldere, og dermed skal vinduerne kun stå åbne i kortere perioder hvis man ikke anvender mekanisk ventilation. Træk kan forekomme ved selv meget lave vindhastigheder i kold luft, og det begrænser tiden på udluftningen. Ligeledes kan høj vindhastighed i kold luft begrænse tiden, hvor vinduet skal stå åbent. Sammenlignet med andre principper har denne form for ventilation ofte en meget lav virkning, og den ventilerede luft kommer ikke langt ind i rummet. (Heiselberg, 2006).

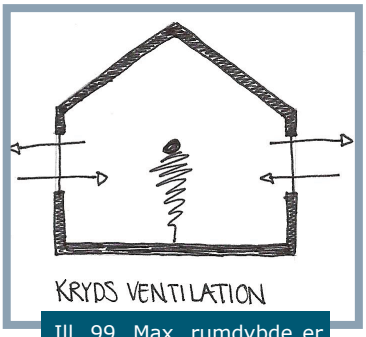


Ill. 98. Max. rumdybde er 2,5 x rumhøjden (Smith, 2005).

KRYDS VENTILATION

Krydsventilationsprincippet placerer istedet vinduer eller åbninger i begge sider af rummet, som skaber en luftstrøm gennem rummet (ill. 99). Den drivende kraft er trykforskelle i luften, der opstår mellem to åbninger. Der kan opnås en høj ventilationseffekt, men da der ofte er store variationer i luftens hastighed og retning, er denne form for ventilation svær at styre, og der er risiko for træk i opholdszonen. For at opnå en optimal luftgennemstrømning med så lidt træk som muligt, åbnes vinduerne på bygningens vindside ikke så meget som vinduerne på læsiden. Med dette ventilationsprincip kan store og dybe rum nemt ventileres, da luften trænger langt ind i rummet. (Heiselberg, 2006).

Ensidet og krydsventilation kan ofte være kombineret. Ved at have ensidet ventilation i de enkelte rum, men åbnes døren til andre rum i boligen, kan rummet ventileres med krydsventilation gennem to ensidetventilerede rum. (Heiselberg, 2006)

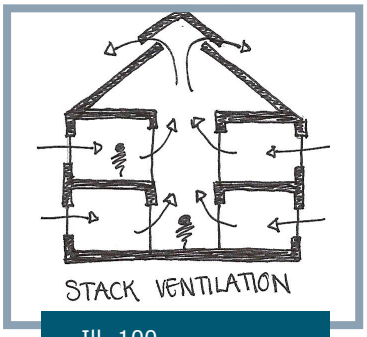


Ill. 99. Max. rumdybde er 5 x rumhøjden max dybde = 9m(Smith, 2005).

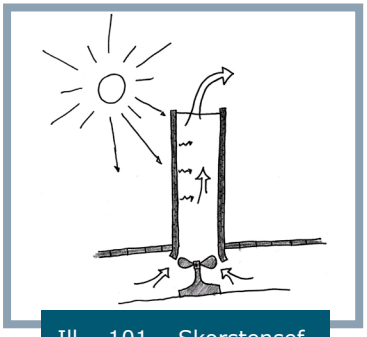
"STACK" VENTILATION

"Stack" ventilation opstår, når varm luft stiger op til bygningens tag, og der skabes et undertryk i bygningens lavere niveauer (ill. 100). Således suges frisk luft ind igennem de åbninger der er, hvorved der opstår en naturlig luftgennemstrømning. Det forudsættes, at der er en vis højdeforskel mellem åbningerne, der bruges til luftindtag og luftaftræk. Den primære kraft der anvendes, er termisk opdrift. Med dette princip kan høj og stabil ventilation opnås ved moderate temperaturforskelle. Hvis den ventilerede luft krydser rummet, kan større rum ventileres med denne form for ventilation (Heiselberg, 2006). Det fungere bedst hvis der i bygningen er et atrie, som i større bygninger, eksempelvis kontorbyggerier. Atrier er desuden også gode i forhold til dagslysforhold.

Stack effekten kan desuden opnås ved anvendelse af en skorsten. Skorstenen bliver opvarmet af solen og forstærker processen, da luften i skorstenen bliver opvarmet og presses derfor lettere op gennem skorstenen og ud i det fri (ill. 101).



Ill. 100.

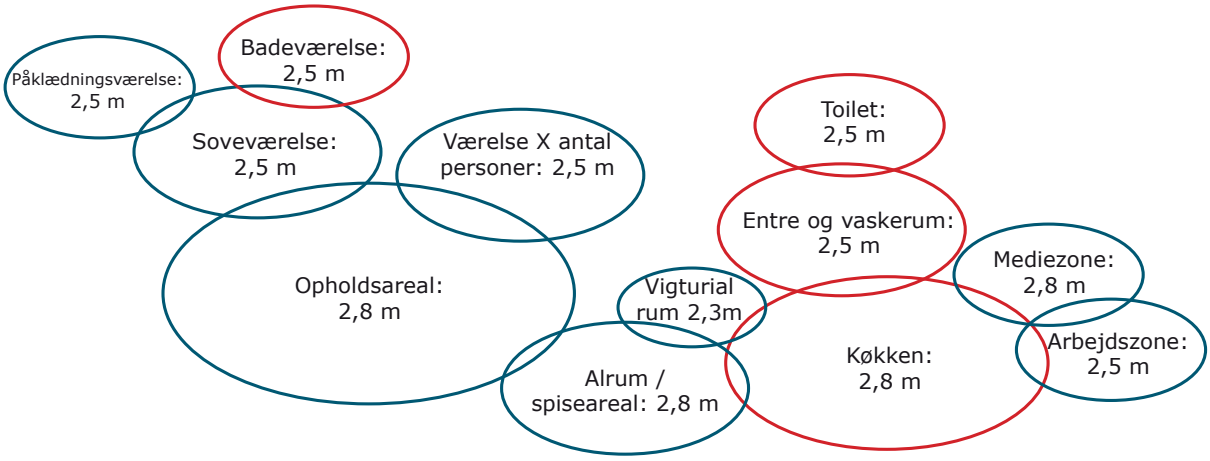


Ill. 101. Skorstenseffeksten (Smith, 2005)

OPSAMLING

Rumprogrammet ændre sig ikke meget i forhold til vindanalyserne. Der er gjort plads til den mekaniske ventilations styresystem i rumproogrammet, i designet skal der derudover gøres plads til rørføring. Det handler derudover om placeringen af åbninger i boligens rum, som primært skal være imod øst, vest og sydvest, for at kunne ventilere boligen om sommeren med naturlig ventilation. Derudover er det omgivelserne der bestemmer hvordan vindens møde med boligen er. Det vil derfor primært være omgivelserne der er i fokus, når der designes i forhold til vinden.

Rum der er markeret med rødt, er rum der kræver mulighed for mekanisk ventilation hele året, dette kan eventuel være med manuel funktion, som emhætte, udsygning i badeværelset med mere. Desuden er der sat minimum rumhøjder på hvert rum



Ill. 102. Rumprogram i forhold til ventilation, med rumhøjder på hvert rum.

RUMTYPE	AREAL[m²]	RUMHØJDE [m]	ORIENTERING	LYSFORHOLD[LUX]
Opholdsareal	18,6	2,8	S, V	300
Køkken	10,2	2,8	S, Ø, V	500
Alrum	10,8	2,8	S, Ø, V	400
Bryggers og vaskerum	10	2,5		200
Soveværelse	10,4	2,5	Ø	200
Værelse	11,5	2,5	Ø	200
Badeværelse	9,3	2,5	Ø	200
Toilet	7	2,5	S, Ø	200
Påklædningsværelse	9,4	2,5		200
Arbejdszone	9,3	2,5	S, Ø	500
Mediezone	8	2,8		
Vigturialierum	5,2	2,3		

Ill. 103. Funktionsdiagram ud fra udarbejdede rumprogrammer.

Der vil blive lavet 5 forskellige størrelser boliger, arealerne er vejledende i forhold til brugen:

73 m²: 1 person (1-3 personer)
93,2 m²: 2 personer (2-3 personer)
119,9 m²: 4 personer (3-5 personer)
141,2 m²: 5 personer (4-6 personer)
165,7 m²: 6 personer (5-7 personer)
(se app. 4.1, s. 91 for rumfordelingen)