BÆREDYGTIGE
Byer & Bygninger

TEMA

ENERGI I ARKITEKTUREN

– OPTIMERING AF KLIMASKÆRMENS POTENTIALER

MEDLEMSBLAD FOR FORENINGEN BÆREDYGTIGE BYER OG BYGNINGER · OKTOBER 2012 · NR.2 · ÅRGANG 15

ENERGINET.DK

Medlemsblad for foreningen
Bæredygtige Byer og Bygninger

15. årgang 2012

Udgiver:
Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger
c/o European Green Cities
Vesterbrogade 149
1620 København V
Tlf: 3322 9090
email:jf@greencities.eu
www.fbbb.dk

Redaktion: Inge Vestergaard
og Jens Frendrup

Oplag: 1.500 eksemplarer

Layout/sats: reDesign

Fotos: Ophavsret hos artiklens forfatter hvis ikke andet anført

Nordisk Miljømærkning Tryksag 541-826

Tryk: Chronografisk A/S
Som en naturlig del af foreningens holdning til miljø, har vi valgt at lade denne tryksag svanemærke.

FSC www.fsc.org MIX Fra ansvarlige kilder FSC® C010493

Svanemærket garanterer, at papiret, trykfarverne m.v. lever op til skrappe miljøkrav. Desuden kan tryksagen indgå i genbrug efter brug.

FORORD

Inge Vestergaard, lektor, Arkitektskolen Aarhus, arkitekt maa, bestyrelsesmedlem i FBBB og gæsteredaktør

I de sidste år har bestræbelserne på at formgive bæredygtig arkitektur resulteret i en række nye tendenser indenfor design af bygningens form og udtryk: spørgsmålet om hvordan vi nedsætter vores energiforbrug er omsat til en miljøbevidst og ekspressiv klimaskærm – der eksperimenteres med de potentialer, der ligger i at omsætte en naturlig ressource som solens energi til et dagslysoptimeret, komfortabelt og formmæssigt arkitektonisk svar.

Efterårets blad fra Foreningen for Bæredygtige Byer og Bygninger ser på denne tendens og viser eksempler på tiltag, som vil påvirke og forme vores byer og bygninger i fremtiden. Det er en tendens, som ikke kun er dansk, men som kan ses over hele verden. Vi har set både markante og mindre prangende eksempler på denne udvikling – tendensen giver sig udslag i et særligt funktionelt og ofte fremmed arkitektonisk udtryk.

Bladet vil vise nogle få og udvalgte danske eksempler, der bevæger sig fra nye bygninger til energioptimering af eksisterende arkitektur, fra formfinding til intelligent afskærmning af facaden, fra aktive bygningskomponenter til passive strategier, fra nye digitale, formgenererende skitserings- og projekteringsmetoder til byggepladsens logistiske proces- og montageoptimering.

Kort sagt et kalejdoskop i designmuligheder for nye måder at integrere energioptimering i fremtidens byggeri – måder som gennem yderligere eksperimenter i den kommende tid vil anvise vej for en mere bæredygtig arkitektur.

INDHOLD

Passivhuset = arkitektonisk velvære og funktionalitet
Søren Dietz 3

Nyt væksthus i Botanisk Have – Aarhus
Tom Hagedorn Danielsen 7

Nyt hovesæde – EnergiMidt
Per Laustsen 12

En skulpturel facade i glasfiber og travertin
Kasper Guldager jørgensen 14

Dagslyset er en facadekomponent
Signe Kongebro og Jacob Strømann-Andersen 18

Energirenovering på 65 dage
Lisbet Fibiger 22

Solcelleanlæg Andelsboligforeningen Søpassagen, København
Klaus Boyer 25

Vibeengskolen – Livsglæde og bæredygtighed
Susanne Andersen 28

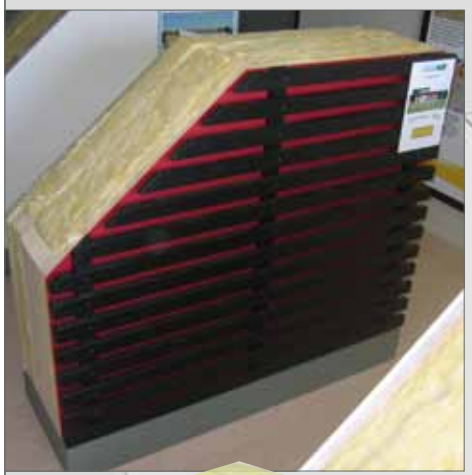
Af **Søren Dietz**, arkitekt maa, Bjerg Arkitektur

PASSIVHUSET = ARKITEKTONISK VELVÆRE OG FUNKTIONALITET

Jeg blev engang i et passivhus vi havde tegnet til passivhus bebyggelsen i Skibet ved Vejle spurgt af en radiojournalist om man kunne se en forskel på et almindeligt hus og "de her passivhuse". Jeg tror jeg dengang et splitsekund forstillede mig en typisk dansk familie sidde i parcelhusene rundt omkring og lytte til radioen – så jeg svarede hurtigt at "der skam faktisk ikke var en forskel – udadtil" – for ikke at forskrække lytterne. Mange tænker hurtigt på glas og lukkede kasser – store sydvendte facader, ensidig taghældning og et meget kompakt bygningsvolumen.

Disse huse findes – derfor findes de også som passivhuse. Husene i Skibet forsøger alle at forholde sig til stedet og er derfor mere end bare et arkitektonisk udtryk, en stil, eller en hus type.

Skibets strukturplan var fastlagt længe inden husene blev tegnet, med byggefelter der stramt skulle danne rum mellem husene. Det gav visse udfordringer da 10 individuelle huse skulle placeres, fordi orienteringen af vejen var nord-syd og byggefelterne derved skyggede for hinanden.



PLANLØSNING

Løsningen blev at rokere rundt på et- og to planshuse så skyggepåvirkningen mellem husene fra den vigtige syd sol blev så lille som mulig. Nogle huse har en asymmetri i sydfacaden – eller er koniske så de minimerer skygge på bagvedliggende huse.

Går man indenfor i husene vil man hurtigt opdage at det ikke er et 'normalt' hus. Der er typisk varmere. Ikke fordi der nødvendigvis skal være varmere – men fordi varmeperioden i passivhuse er kortet ned til kun to-tre måneder om året og kun er ca en tiende del af varmebehovet i de nye huse der ligger rundt omkring passivhus bebyggelsen. Resten af perioden ligger temperaturen uden at der skal tilføres varme på 20 grader eller højere hvis det ønskes. Temperatur bliver nu noget man kan mærke – og når det er et vellykket passivhus er der tale om termisk komfort – uden træk gener, kolde overflader eller store temperatur forskelle. Samtidig er der flotte kig ned mod Vejle Ådal og op til de bagvedliggende bakker hvor fårene græsser.

Passivhuses energi maskine eller 'solfanger' er det sydorienterede glas areal. Da energi tabet er reduceret med 90% i forhold til almindelige boliger – er der ikke behov for store glas arealer. Orienteringen er heller ikke fastlåst til en ren syd orientering. Dette åbner op for en fleksibel planløsning der åbner sig ud mod landskabet, trækker dagslyset dybt ind i boligen og har glas til gulv – så naturen trækkes helt hen til boligen – radiatoren – den ene varmekilde der er i huset – kan etableres hvor som helst og skal ikke længere sidde under hvert vindue.

STEDET

Vejle Ådal er et markant istids landskab hvor vandets kræfter stadig kan fornemmes – men også roen og den stilhed det giver.

Åen er med til at give stedet en atmosfære til landskabet. Mange af vores parcelhuse ligger fuldstændig uden kontakt til landskabet – omgivet af en 1,80 m hæk der kun tillader et kig til himlen. Her er husene placeret så der er kig til landskabet og himlen, kun omgivet af en lille jordvold. Kontakten til landskabet og himlen giver mulighed for at boligen kan åbne sig med kig mod naturen og på den måde bygge naturen ind i det at bo.

ÅRSTIDERNES BOLIG – DEN SKANDINAVISKE MODEL?

Det er ikke en 'årstidernes' bolig som vi kender det fra 80'erne og 90'enes økohuse. Her skal man ideelt set flytte eller bebo forskellige dele af boligen afhængig af året eller klimaet og på den måde mærke årstidernes skiften og lukke ned for energi forbruget om vinteren ved simpelt hen at lukke ned for nogle rum som glasverandaen, udestuen eller vinterhuset. Det er bare ikke så simpelt.

Vi har i norden et forhøjet behov for dagslys i vintermånederne og søger naturligt hen mod glasset. Vi glemmer at lukke dørene til udestuerne og varmer derved det rum op som slet ikke skulle varmes op. Energi og rumlig funktionalitet er her koblet til en logik hvor velvære er indtænkt på en så kompleks måde at det kun sjældent reelt fører til et mindre energi forbrug – typisk sker det omvendte.

Passivhuses termiske komfort sikres langt ind i designprocessen gennem en såkaldt PHPP beregningsmodel der betragter boligen som var det et stort rum. Beregningen giver bl.a. mulighed for at designe beskygning af glasarealer, naturlig og mekanisk ventilering med nat køling mm. Arkitekten eller passivhusdesigneren – designer således én klimaskærm der forholder sig til alle årstider, isolerer om vinteren, reflekterer solens varmestråler i trelags glasset tilbage til rummet og skygger for solen når dette er nødvendigt. Det er ikke længere nødvendigt at fryse ved glasset, lukke for vinterstuen eller gemme på varmen til om vinteren i tykke og tunge vægge – varmebehovet er så lille at det blot tilføres den nødvendig luftmængde som skal til for at ventilere boligen.

Den 'skandinaviske' åbne boform – har med passivhuset derved fået mulighed for at udvikle sig på en helt ny måde hvor velvære tænkes sammen med arkitektur og funktion – måske alligevel på en ny måde.

PASSIVHUSET = ARKITEKTONISK VELVÆRE OG FUNKTIONALITET

Helende eller helbredende arkitektur er et begreb der beskriver samme udvikling hen imod arkitektonisk funktion med velvære om ikke i centrum så dog en bevidst del af en arkitektonisk funktion – væk fra en æstetisering af overflader – som Kjeld Kjeldsen nævner det i tidskriftet Arkitekten i en artikel hvor funktion og billedskabende arkitektur kommer i stigende modsætning. Samme sted peger forskellige arkitekter på det måske særlige ved nordisk arkitektur der er ved at fastholde en menneskelig udgave i funktionel arkitektur. Andre særlige nordiske arkitektoniske kvaliteter er den demokratiske tilgang og som Jan Gehl at se tingene i helheder.

"Arkitektonisk velvære" og "funktionalitet" er nogle af arkitekten John Pawsons bærende idéer. Inspireret måske af japansk traditionel arkitektur. I bogen Plain Space om Pawsons arkitektur peger Alison Morris på en rød tråd tilbage til den østrigsk fødte arkitekt der i Californien i 1922 opførte West Hollywood house som en radikal anderledes måde at bo tæt på naturen en facade der blot var et stilistisk ekko af en bostil arkitektonisk fastlåst i et rumprogram som ikke var mere end dette – et rumprogram.

SCHINDLER OG PAWSON – HUSET SOM ET 'TELT'

I tråd med den japanske tradition, har arkitektur sådan naturen lige på den anden side af 'teltdugen'. Huset er som en klosterbolig forsynet med et overdækket areal, en terrasse. Hvert rum har sin udgang til det grønne fælles rum – et demokratisk princip som vi gerne i Skandinavien også hæger om. I Skibet har flere huse dyrket denne tilgang til terrassen og naturen eller landskabet. Man kan se forskellige koncepter der dog i sin

endelige udførsel bygger videre på disse grundlæggende idéer. Man kan måske sige lidt frækt; fra energimaskine – back to architecture.

DEN ÅBNE PLANLØSNING – BOLIGENS ATMOSFÆRE

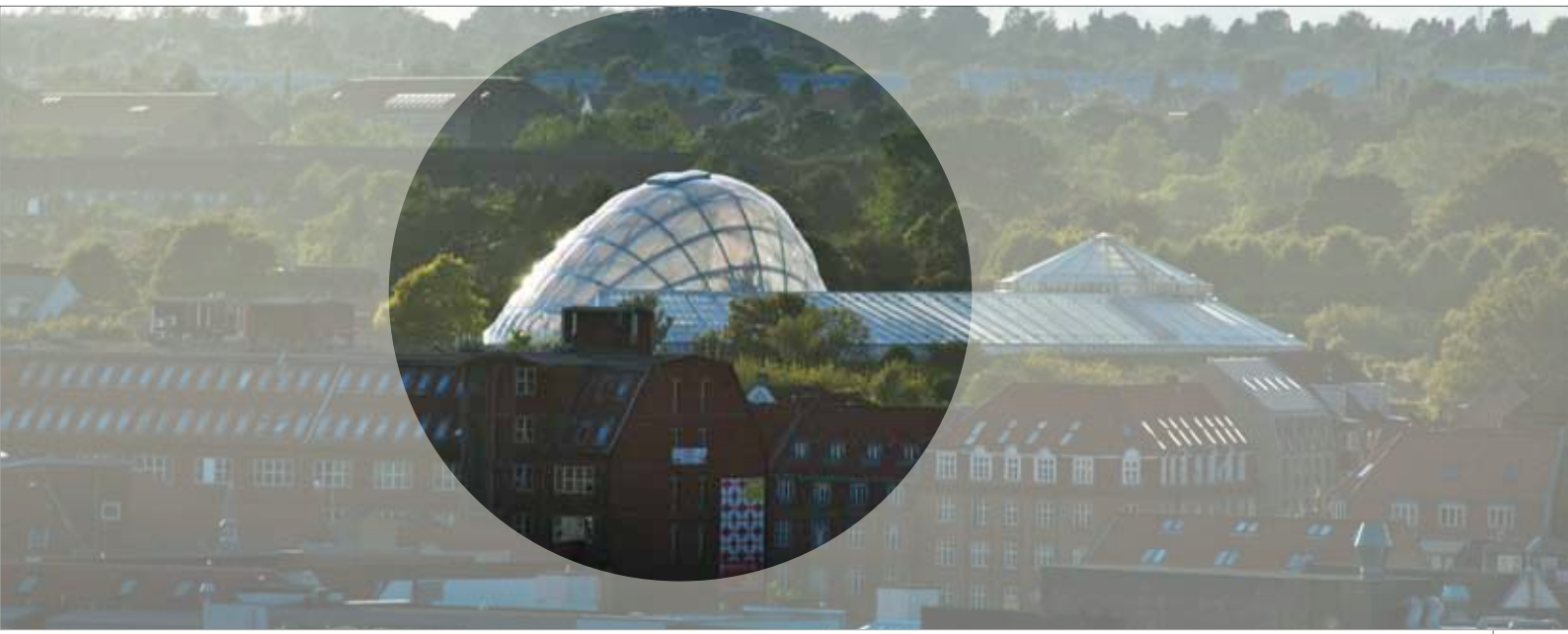
Boligen er ikke længere afviklingen af et rumprogram – med hver sin funktion rumliggjort. Åbne planløsninger der er mere fleksible over for forskellig brug af rummet går igen. Glas til gulv giver også indblik i boligens liv. Boligen får sin egen atmosfære gennem brugen af rummene og de møbler og ting vi her bruger. Arkitektonisk velvære bevæger sig her også væk fra billedskabende arkitektur, hen til rumlige strukturer som åbner op for en rig rumlig oplevelse, også i materiale holdninger og den måde vi bruger materialer på.

Arkitektonisk funktionalitet i flere passivhuse i Skibet arbejder strukturelt med rummet, underdeler det store åbne rum. Der skabes forskellige kig ud til det omgivende landskab og boligens atmosfære bliver herved en vigtig del af det arkitektoniske udtryk. Denne strukturelle under deling af det store primære rum – giver samtidig en tryghed – man falder til ro og kan opleve landskab og interiør som to rum der med hver sin skala, 'atmosfærisk' hænger sammen.

Bebyggelsen i Skibet var i lokalplanen tænkt som huse i tegl. Realiseret blev forskelige udgaver af passivhuse i tegl. Men også huse som i sin materialitet bruger gentagelsen af et element til at give textur til overfladerne og skabe en stoflig kvalitet herigennem. Træbeklædninger med en nøjagtighed i mellemrum og opdeling, sten med fuger er en simpel og ærlig måde at bruge materialerne økonomisk på.

Måske er denne ærlige tilgang – noget særlig for passive huse? Måske kan det være en styrke at holde fast i de simple og enkle grundformer – og opleve himmel og lys, landskab og forskellige indretnings genstande være del af dette rum. Nogle af de stærkeste rumlige oplevelser vi kan få er når vi er ankommet til et sted, har passeret indgangen og har fået en materiel og stoflig oplevelse – at kunne opleve næsten en materialistisk opløsning af rummet – i lys og landskab. Mange af husene i Skibet har denne forankring til stedet og idé om at åbne planen og integrere landskabet i dette at bo.

Selvom de i form og materialer afviger fra omkring liggende nybyggeri (det må man jo indrømme at de gør) og er 10 helt forskellige bud på et dansk passivhus så er der oplever jeg alligevel gennem denne orientering mod stedet en vis harmoni i bebyggelsen og i det ensemble af øvrige bebyggelser som er opført ved Skibet.



Af **Tom Hagedorn Danielsen**, arkitekt maa, partner, CF Møller

NYT VÆKSTHUS

i Botanisk Have, Aarhus, Aarhus Universitet

THUS WE MAY
AMEND BY ART
WHAT NATURE,
IF LEFT TO HERSELF,
WOULD MAR ... .
Vitruvius

BIOLOGI, LIV OG CLAIROBSCUR

Aarhus Universitets eksisterende Væksthuse indgår i Aarhus Kommunes Botaniske have med en ligefrem naturlighed. Terrænet er en del af et system af moræneklæfter hvor også Aarhus Universitets Campus indgår. Fra højdepunktet nordvest for Aarhus forløber de gamle smeltevandskløfter ned mod Aarhus bugten, og former dermed den store landskabsskål som Aarhus er rundet i. I det varierede terræn har stadsgartneren i sin tid anlagt en 'blomsterdal' bestående af staudeterrasser i slynget form, der lægger sig præcist op ad landskabskurverne. Det er disse bevægelser der har dannet grundlaget og givet inspiration til væksthusenes slyngede form, der 'snører' forløbet af i tropehusets store volumen. Væksthusene er som bygning betragtet et singulært arkitektonisk værk, og er umiddelbart ikke en 'torso' der står og råber på en tilbygning. De eksisterende Væksthuse er fra 1968, og i øvrigt med samme arkitekt- og ingeniør firma som rådgivere.

Projektkonkurrencen, der blev afgjort i 2008, omfatter restaurering af de eksisterende Væksthuse, og anlæggelse af et nyt tropisk palmehus. Der blev fra bygherreside, i forbindelse med projektkonkurrencen, bedt om at "Det nye Palmehus skal i sit arkitektoniske udtryk udgøre en attraktion i sig selv og samtidigt give enestående betingelser for dyrkning af tropiske planter". "Et kompleks som samler vidensbaseret botanisk formidling for borgere og besøgende i Aarhus. Palmehuset skal have et selvstændigt og markant formmæssigt udsagn, samtidigt skal det nye Palmehus´ kernefunktion være, at give optimale vækstmuligheder for træer og planter".

Det nye Palmehus er amorft, transparent og translucent og giver uanede muligheder for at reflektere, transmittere, diffusere og forme lyset i.f.t. løv og grene. Palmehuset og de eksisterende Væksthuses arkitektur er i formmæssig og funktionel symbiose, og er således med de samlende gårdrum et tredimensionelt objekt. Men egentlig bevæger det samlede ensemble af væksthuse sig

ud i fjerde dimension, når dagslys såvel som kunstlys, skygger og fotosyntese ses i døgnets rytme – og over tid. Tiden gør Væksthuset firedimensionelt. Med det nye Palmehus' konstruktive 'spind', og løvhæng vil der være et særegent og naturligt lysmæssigt samspil og clairobscur effekt. Træer, planter, skikkelser i modlys og i medlys, skikkelser i bevægelse, enkeltvis, i flokke og siddende, er en iscenesættelse i botanikkens og arkitekturens regi. Et 'gesamtkunstwerk', hvor arkitektur, teknologi, og botanik forenes.

VÆKSTHUSET, ENERGIDESIGN OG DET ÅBNE SYSTEM

Den levende natur stræber ikke efter kolossal format på sine delsystemer eller organismer. Tværtimod stræber den efter inden for enhver størrelsesorden, at skabe så tætte og effektive former som muligt. Gevinsten herved er åbenhed og bevægelse, begge to egenskaber som fremmer livskraft. Organismer udmærker sig (også) ved at vokse i en rytme, så de ikke kommer ud af balance. Hele den levende naturs samspil kontrolleres af organiske mønstre og selvorganiserede systemer. Alle biologiens forskellige grene indeholder en mængede stimulerende forbilleder- former, mønstre, mekanismer, rytmer, og dimensioner- som kan forme samfundsmønstre- og bygninger, der med et smukt og rationelt perspektiv, kan fremme livskraften i vores økologiske system.

Den energibevidste formgivning og de nye materialer giver mulighed for at arkitekturen kan udtrykke sig i et nyt formsprog. Man kan ikke i dag tale om nye materialer og nye formsprog uden også at tale om nye teknologier. Det særlige er, at vi i dag ikke kun har en software, der kan håndtere komplekse geometrier, men også en hardware der kan producere de komplekse former. Og når vi har produceret de nye bygningskomponenter, kan softwaren igen hjælpe os til at samle dem til nye komplekse smukke og energioptimerede former.

NYT PALMEHUS OG KLIMAET I DE TROPISKE EGNE

Med afsæt i målsætningen om at bygge et nyt palmehus med både optimale vækstbetingelser og et unikt hus er der skabt et integreret bygningsdesign, hvor der er skabt balance mellem arkitektur og kon-

FOTO: KIRSTINE MENGEL

struktion, installation og funktion, design og behov.

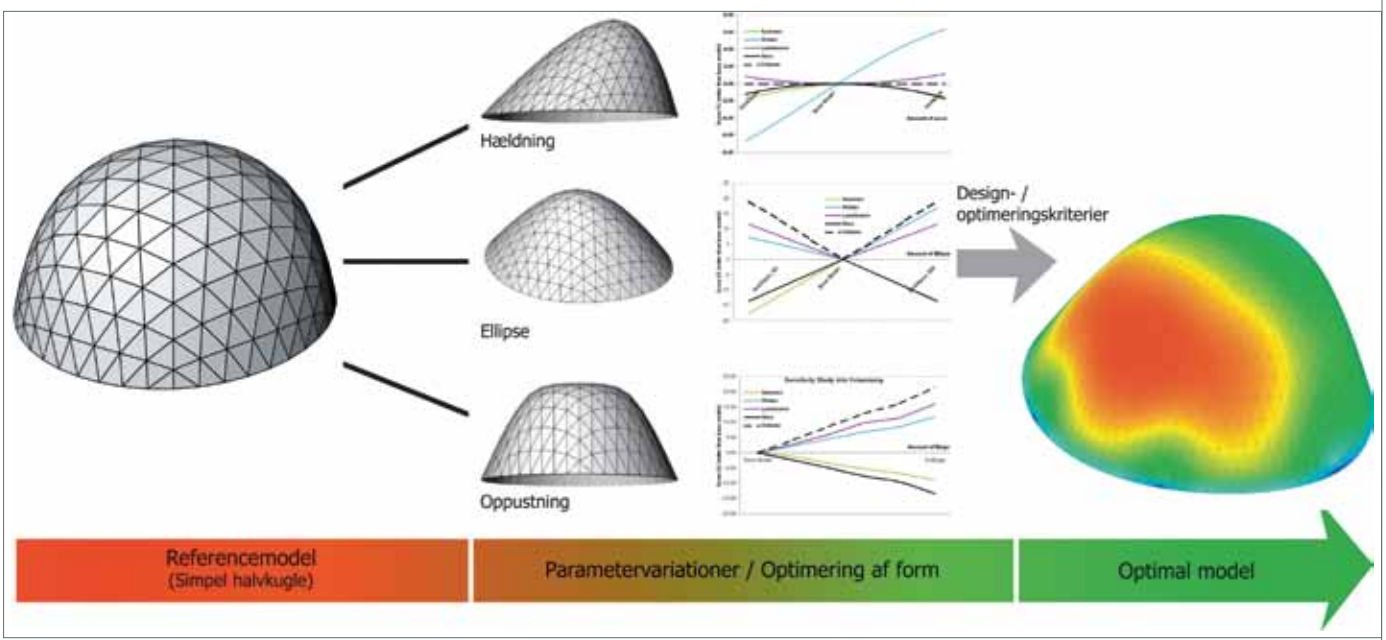
Som nærmere beskrevet under afsnittet **Energidesign af Palmehus** er bygningens ydre form primært drevet af hensyn til de interne vækstbetingelser. Således ligger der en lang række parametriske undersøgelser til grund for selve bygningens form. Med en halvkugleform som referencepunkt er en række formmæssige ændringer undersøgt med hensyn til hvorledes de påvirker vækstbetingelserne. Dette arbejde har bevist at der er en væsentlig forbedring af disse betingelser ved at lade formen blive asymmetrisk med en karakteristisk 'lænen' mod nord og en elliptisk base. Æstetisk og funktionelt understøtter denne særegne form de overordnede arkitektoniske intentioner, hvorved design og behov optimalt og smukt flettes sammen.

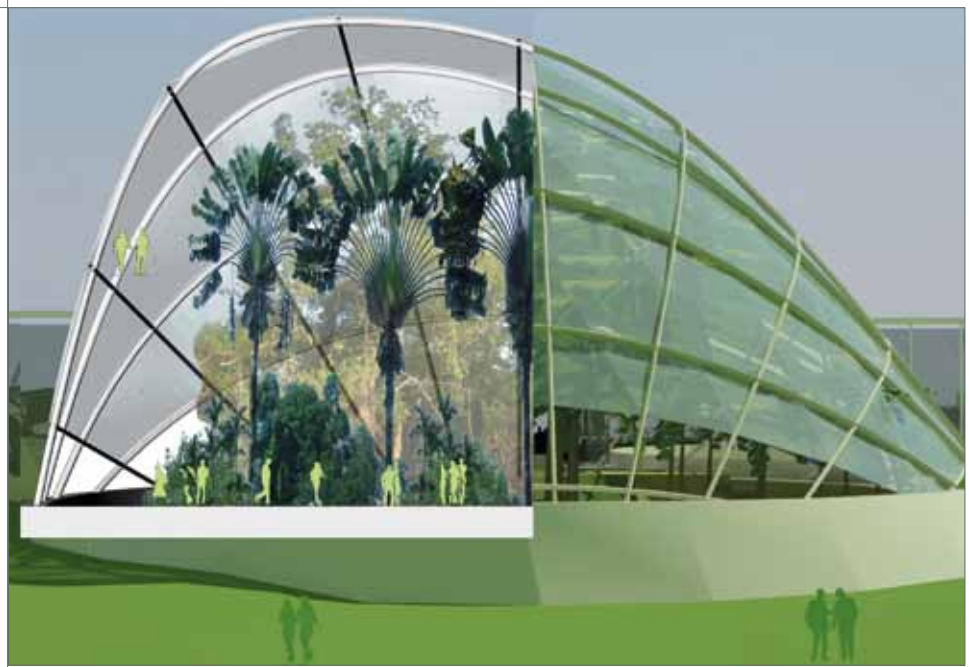
Designet af et Palmehus, der sikrer optimale betingelser for planterne bunder i nøje studier af de udeklimatiske forhold i plantenes naturlige habitat. Samlingen af planter der flyttes fra det eksisterende tropehus til det nye Palmehus, består af planter fra tropiske egne. Det tilstræbes således, at skabe et indeklima i det nye Palmehus, der efterligner de tropiske forhold mest muligt.

En sammenligning mellem solindfaldet i de tropiske områder og Danmark viser, at der i foråret, efteråret samt sommerperioderne forekommer større solindfald i Danmark end i troperne. I disse perioder vil det således være nødvendigt at afskærme en del af solen, hvorimod der i de kolde perioder ønskes en maksimal udnyttelse af solstrålingen.

ENERGIDESIGN AF PALMEHUS

Foruden kriterierne defineret af solindstrålingen, er det nødvendigt at minimere overfladearealet, således at varmetabet fra klimaskærmen reduceres mest muligt. Dette kombineret med ønsket om et maksimalt





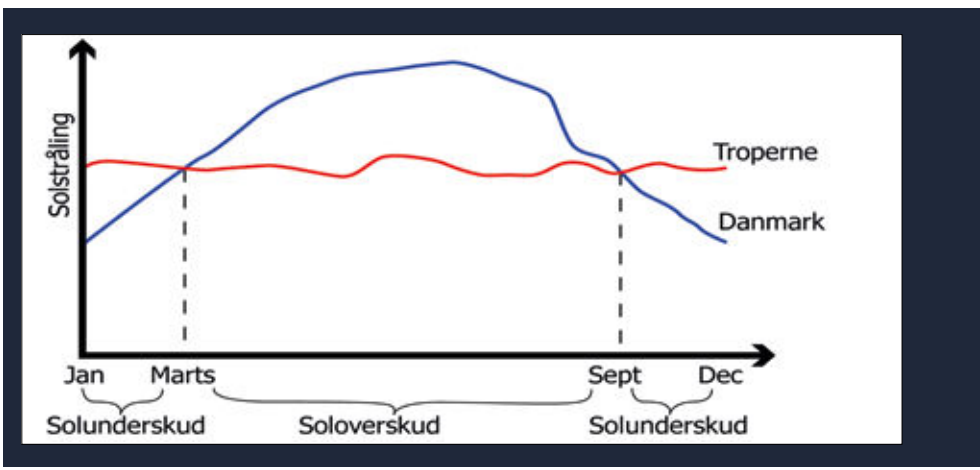
rumvolumen ved mindst muligt overfladeareal, danner grundlag for designkriterierne for det nye Palmehus:

- Min. overflade
- Maks. volumen
- Maks. himmellys
- Maks. solindfald, vinter
- Min. solindfald, sommer (begrænsning af solindfald).

Med udgangspunkt i en simpel halvkugleform som referencemodel, er der udført sensitivitetsanalyser med henblik på fastlæggelse af den optimale form, der opfylder de nævnte designkriterier mest muligt. I konkurrencefasen blev flere forskellige former undersøgt, samt disses indflydelse på designkriterierne, hvilket til sidst er udmundet i en optimal model.

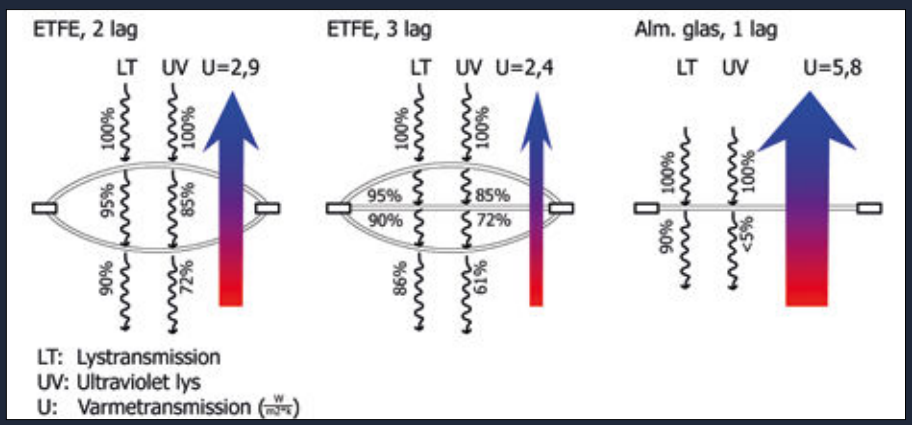
For at skabe optimale vækstbetingelser i det nye Palmehus under hensyntagen til energiforbruget, kræves der en særlig fokus på klimaskærmen. Frem for traditionelt 1-lags glas benyttes ETFE-folie (Ethylen Tetra Fluor Ethylen) der foruden en lavere varmetransmission (ca. 50% ift. et lag glas) giver en række klare fordele. Som tidligere nævnt, er det nødvendigt at afskærme solen i en del af året, hvilket kan indbygges direkte i klimaskærmen. Den øverste tredjedel af kuplen udføres med tre lag folie, hvilket giver en adaptiv klimaskærm, der reagerer dynamisk som funktion af de udeklimatiske påvirkninger. Ved at printe overlappende mønstre på flere lag, og integrere luftpuderne med sofistikeret pneumatik, er det muligt at hhv. samle og flytte lagene væk fra hinanden. Dette muliggør at variere mængden af lys og solenergi der gennembryder klimaskærmen. For resten af kuplen benyttes to lag puder, der ikke giver samme mulighed for solafskærmning, men derimod har en højere sollystransmittans der tilgodeser den lave vintersol. Det nye Palmehus vil med sin asymmetriske form være et væksthus der på alle måder er optimeret ned til mindste detalje, og som sammen med de tekniske installationer skaber perfekte rammer for dyrkningen af tropiske planter ved brug af mindst mulig energi. Med det håber vi og bygherre, at Palmehuset vil stå som pejlemærke for eksisterende og kommende væksthuse i verden.

Foruden den adaptive og dynamiske klimaskærm, sikrer et sammenspil med



intelligente integrerede installationer, at der konstant opretholdes et optimalt miljø i det nye Palmehus. Reguleringen af klimaskærmes solafskærmende effekt sker i samspil med reguleringen af det retningsbestemte lys, således at dagslyset benyttes mest muligt, hvilket minimerer energiforbruget til kunstig belysning. Befugtningsanlægget og de automatiske ventilationsåbninger i klimaskærmen reguleres automatisk efter luftfugtigheden og temperaturen i væksthuset, således at der konstant opretholdes optimale vækstbetingelser. De intelligente tekniske installationer, vandforstøvning og den adaptive klimaskærm udgør således tilsammen et symbiotisk forhold med den tropiske flora. I det nye Palmehus udføres varmeslanger i terrændækket for opvarmning, hvorfor dette isoleres for at minimere unødvendigt varmetab. I de enkelte bede etableres endvidere automatisk drypvandings- og gødningsanlæg. Der skal minimum være 22 graders varme og en RF luftfugtighedsprocent på 90, året rundt.

FOTO: KIRSTINE MENGEL



NYT HOVEDSÆDE – ENERGIMIDT

Af **Per Laustsen**, arkitekt maa / indehaver, Årstiderne Arkitekter

BAGGRUND

Projektet opstod på baggrund af en henvendelse fra EnergiMidt. Man havde behov for mere kontorareal. Direktionen havde nogle klare visioner med projektet. Da EnergiMidt selv arbejder som rådgivere inden for lavenergi og især solenergi, skal projektet også fungere som et 'state of the art'-demonstrationshus for EnergiMidts forretning. Projektet er udviklet i tæt samarbejde mellem Årstiderne Arkitekter A/S, Søren Jensen Rådgivende Ingeniører og EnergiMidt, og der er i projektforløbet sket en intensiv udveksling af viden og knowhow inden for energirigtige løsninger.

Projektet er det første kontorhus i Danmark, der er opført i lavenergiklasse 1.

I den nye administrationsbygning er de energirigtige løsninger integreret i selve bygningens arkitektur. Bygningen har et nutidigt udtryk skabt med en energiproducerende facade, der udforsker solcellers arkitektoniske potentiale, og som består dels af faste partier af solcellepaneler integreret i facaden, dels af bevægelige glasskodder med indlagte tyndfilmssolceller, der fungerer som solafskærmning og samtidig tillader udsyn.

PROJEKTET

Bygningen er på ca. 4.000 m² i fire etager, samt kælder, og rummer almindelige kontorarealer, mødelokaler, kantine mv. Der anvendes hovedsageligt glas, skærmtegl og kobber i bygningens facader. Valget af disse er sket ud fra et ønske om lang levetid, samt at det ved bortskaffelse efter endt levetid vil have en minimal indvirkning på miljøet.

Vi har arbejdet målrettet mod at bygningens arkitektur og form i udgangspunktet sikrer et lavt energiforbrug. Således har vi tegnet en meget kompakt bygning. Dette giver et godt forhold mellem overfladeareal og etageareal, hvilket reducerer behovet for ekstra isolering. I designet af bygningen er der taget udgangspunkt i principperne om naturlig ventilation, og derfor er bygningens indre domineret af et panoptisk rum med ovenlys, der gennemskærer alle etager. Når ovenlysene åbnes opstår der en skortsenseffekt. Den varme brugte luft ledes ud af bygningen gennem det panoptiske rum, og frisk luft ledes ind på hver etage. Dette anvendes særligt i forbindelse med natkøling af bygningen, og det sikrer både luftcirkulation og et godt indeklima.

Bygningens facader er todelte. Sydfacaden er aktiv og dynamisk, karakteriseret ved en række bevægelige skodder, der kan køres for vinduerne for at sikre bygningen mod overophedning. Her har ønsket om et lavt energiforbrug i særlig grad været en formgivende parameter. Nordfacaden er passiv og domineres af en kobberæske med store vinduesarealer. Det store nordvendte vinduesareal, som aldrig rammes af solen er med til at holde kontorarealerne kølige.

Der er varmegenvinding med effektive krydsvekslere eller roterende varmevekslere på ventilation, og endelig er der installeret 40 kWp integrerede solceller. Bygningen opvarmes fuldt ud ved hjælp af genvinding af overskudsvarme fra husets serverrum.

BYGGETEKNIK

Huset er opført konventionelt som en præfabrikeret beton-søjle- dæk-konstruktion, med bagmur af beton og facadebeklædning af ophængt skærmtegl. Bygningen er isoleret med 350 mm i facader og 375-475 mm i tag. Lette facadepartier er udført med en klimaskærm af kobberklædte kassetter.

Huset er i valg af konstruktioner disponeret med henblik på energioptimering samt fokus på at eliminere kuldebroer og skabe tæthed. Detailløsninger omkring fundament og indbygning af søjler i facaden er derfor videreudviklet til dette projekt.

Det største varmetab i en bygning sker ad vinduerne, og derfor har disse fået særlig opmærksomhed i EnergiMidt-projektet. Bygningen er bestykket med 3-lags energiruder, der giver et ekstremt lavt varmetab. Alene bygningens udformning og gode isoleringsevne medfører en reduktion af energiforbruget med mindst 25% i fht. kravet i bygningsreglementet.

SOLCELLER

Et særligt kapitel i projektet er den udstrakte brug af solceller. Store dele af sydfacaden er beklædt med solceller, som er en integreret del af bygningens arkitektur. De bevægelige skodder er beklædt med en særlig tyndfilm, der sikrer gennemkig, solafskærming og energiproduktion på samme tid. Der er integreret monokrystallinske solceller som solafskærmning i kantinens store glasfacade og ved møderum. Yderligere supplerende polykrystallinske solcelleanlæg er placeret på bygningens flade tag med en hældning på 30 grader. Samlet kalkuleres med en egenproduktion af el på ca. 20.000 kWh/år svarende til 10 kWh/m^2/år.

DIGITALT BYGGERI

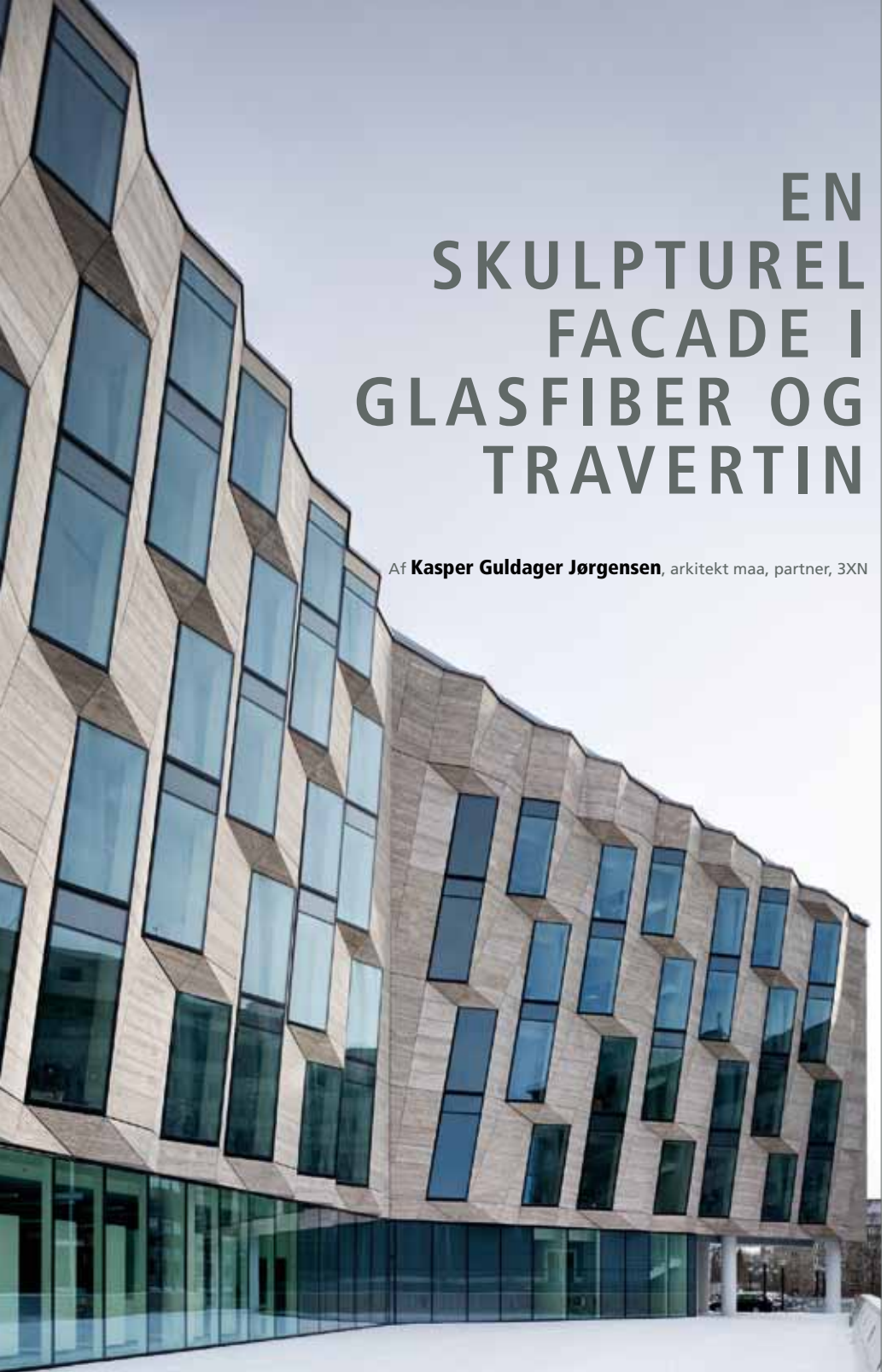
Projektet for EnergiMidt er det første byggeri som Årstiderne Arkitekter og Søren Jensen Rådgivende Ingeniører har projekteret i 3D. Det har givet et indgående kendskab til projektet, og de forskellige løsninger er derfor mere gennemtegnede. Vi har benyttet Revit Architecture til projekteringen.

PRIS

Udgifterne til opførelse af projektet beløber sig til ca. 83 mill. ex. moms, heraf ca. 59 mill. til håndværkerudgifter. De særligt energibesparende tiltag udgør ca. 7,2 mill. af byggesummen.

PROJEKTDATA

Størrelse: Ca. 4000 m^{2}eksl. kælder
Bygherre: Energi Midt
Arkitekt: Årstiderne Arkitekter A/S
Ingeniør: Søren Jensen,
Rådgivende Ingeniører
Lyd- og akustik: Studio Design
Entrepriseform: Fagentreprise



EN SKULPTUREL FACADE I GLASFIBER OG TRAVERTIN

Af **Kasper Guldager Jørgensen**, arkitekt maa, partner, 3XN

I Tuborg Havn midt i det nyudviklede havneområde ligger Hortens nye domicil tegnet af 3XN. Projektet startede i 2006 på baggrund af en henvendelse fra Carlsberg Ejendomme. Selve byggeriet startede i foråret 2008 og stod færdigt november 2009. Bygningen er på 8.500 kvadratmeter placeret på en parkeringskælder i tre etager og skal være arbejdsplads for 350 ansatte.

FORMER DER SPARER PÅ ENERGIEN

Fra begyndelsen var målsætningen at tegne en bygning, der ikke blot levede op til de gældende energikrav, men også satte nye standarder ved at overgå det gældende bygningsreglement.

Når man taler om at optimere energiforbrug i bygninger lyder de første spørgsmål ofte; hvordan har du orienteret bygningen, og hvad er forholdet mellem de ydre og de indre kvadratmeter? For at skærme mod overopvarmning har 3XN skabt et hus, der er lukket mod syd og åbnet mod nord. Den største energioptimering er derfor opnået gennem bygningens orientering og facadens selvskyggende udformning.

"Bygningen er for mig et godt eksempel på, hvordan et energieffektivt hus kan kombineres med en smuk og foranderlig arkitektur" siger Kim Herforth Nielsen, arkitekt og stifter af 3XN

I kraft af sit dybe relief virker facaden solafskærmende og giver derved brugerne et behageligt arbejdsklima. Samtidig indrammes udsigten mod vandet og hvert kontor får sin egen karnap. Den mest intelligente energibesparelse er med andre ord arkitekturen.

ARKITEKTONISK SKIFTE

Færdiggørelsen af byggeriet er også slutningen på to års koncentreret udvikling af et nyt facadeprincip. Et udviklingsforløb fyldt med unikke løsninger, der ikke går på kompromis med de oprindelige arkitektoniske intentioner, og som udover at resultere i en spektakulær og iøjnefaldende facade også markerer et skifte i tegnestuens arkitektur.

De seneste år har 3XNs arbejde været båret af en lyst til at skabe rumlige og foranderlige facader. Facader hvor leg med form, lys og skygge, relieffer og tredimensionalitet er de sammenbindende elementer.

"Tegnestuens projekter står på skuldrende af hinanden. De erfaringer, vi gør os i et projekt, prøver vi at forfine og videreudvikle i det næste. Der er ingen tvivl om, at erfaringerne fra udviklingsarbejdet med Hortens nye hovedsæde allerede har ændret tegnestuens arbejde i retning mod et mere detaljeret og formmæssigt dynamisk udtryk" siger Kim Herforth Nielsen

Hortens nye hovedsæde er det første realiserede eksempel på dette skift i arkitektonisk udtryk. Samme rumlige ornamentering kan ses i andre af tegnestuens projekter såsom Museum of Liverpool og Middelfart Sparekasse. Begge projekter blev færdigbygget i henholdsvis 2011 og 2010.

GLASFIBER SOM BYGGEMATERIALE

Facaden i Horten bygningen er udover sin unikke udformning også unik i sin materialesammensætning. For at løse den specielle geometri var det fra begyndelsen naturligt at undersøge utraditionelle byggemetoder og brug af nye materialer.

Hvis facaden skulle opføres med traditionelle byggemetoder, eksempelvis med stålrammer, ville den komplekse geometri føre til store forskelle fra element til element på grund af de mange samlinger og retningsskift. Hvis man derimod byggede en form og i stedet støbte facaden, ville man kunne masseproducere den samme facadegeometri med langt mindre tolerancer og med integreret isolering.

Det endelige valg blev en sandwichkonstruktion bestående af to lag glasfiberkomposit

med en højisolerende kerne af skum. På grund af elementets konstruktive egenskaber har man undgået at skulle afstive med stålforstærkninger. Komponentet er limet sammen og mekanisk fastgjort. Facaden er derfor selvbærende og let. Den indre beklædning består af traditionelt gipsarbejde og udvendig er et ydre lag af travertinplader monteret – hvilket også fungerer brandbeskyttende.

"Tanken kom under et besøg på en vindmøllevingefabrik. Pludselig kunne vi se at et udsnit af en møllevinge lige så godt kunne være et facadeelement hvor nødvendig styrke og formgivning skabes i én proces. I vores research fandt vi masser af relevante referencer til færger og vindmøller. Men os bekendt er der ingen andre byggeprojekter med selvbærende og isolerende glasfiberelementer" siger Bo Boje Larsen, arkitekt og partner i 3XN

Materialet og produktionsmetoden er med andre ord velkendt i andre sammenhænge, hvilket har gjort det muligt at dimensionere og regne på de konstruktive egenskaber i facadeelementerne. Men en ting er, hvordan man bruger glasfiber til at bygge færger og vindmøller, en anden er at bruge det til bygningsfacader. To verdener, der har vist sig at være ganske forskellige.

AT STARTE FRA SCRATCH

I projektteamets indledende research lykkedes det ikke at finde frem til andre byggerier med selvbærende facader i glasfiber. Det var heller ikke til at finde entreprenører med de fornødne kompetencer.

For at kunne komme i gang måtte projektteamet derfor starte med at beskrive, hvordan en ideel facade skulle se ud uden at vide hvem, der havde evnerne til at realisere det, og uden at vide om det overhovedet kunne lade sig gøre. For at kvalificere konceptet og bringe flere ideer til projektet tog man kontakt til en innovativ samarbejdspartner, Skandinaviska Glassystem.

Dette var starten på et frugtbart udviklingsforløb.

Ideerne begyndte at tage form. Hvis facaden kunne laves i glasfiberkomposit, var det nødvendigt at designe en facade med så mange gentagelser som muligt. Økonomisk kunne ideen kun lade sig gøre ved at rationalisere geometrien, så facaderne kunne realiseres med ganske få komponenter. Resultatet blev specielfremstillede støbeforme, hvorfra de endelige facetterede kompositelementer kunne afformes. En anden idé var at støbe forkanten på betondækket efter et zig-zag mønster. En kompliceret løsning, der viste sig fordelagtig, da den tillod en mere rationel montage.

En anden stor udfordring har været at løse de vindbelastninger geometrien skaber. På grund af facadens formsprog skabes der et kraftigt sug væk fra bygningen ved kraftige vindstød, hvilket gør at facaden, udover at

skulle kunne bevæge sig vertikalt og sidevers, også skal kunne bevæge væk fra betondækket. Detaljemæssigt er det løst ved at lave en opfoldet membran ved vinduesnicherne der tillader op til 25 mm bevægelse ud og ind og derved opfylder de gældende tæthedskrav.

Udviklingsarbejdet endte ud i et konsortium, der blev sammensat efter de nødvendige kompetencer. Konsortiet bestod af; DIAB, en leverandør af kerneskum til vindmøller og med beregningskompetence; Thore Berntsson Båtbyggeri, en bådebygger med kendskab til støbeforme; Reichhold, en polyester producent; Sundström, glasfiber leverandør; Essvse, silikone leverandør; Rambølls facadeafdeling med indsigt i de tekniske kravspecifikationer; Skandinaviska Glassystem som hovedansvarlig facadeentreprenør og 3XN som designere. Pihl var totalentreprenør på opgaven og bestilte kompositelementerne uden udbudsrunde, da de vurderede, at der ikke var andre, der kunne levere samme løsning.

I løbet af de to års udviklingsarbejde blev der løbende udviklet 1:1 prototyper, og for at blive sikkerhedsgodkendt blev den endelige facade gennemtestet – lige fra brandtests til udtræknings- og limtests. Resultatet er en helt unik og nyskabende facadeløsning.

"De mange frustrationer og blindgyder projekter har budt på undervejs føles hverken som hårdt eller spildt arbejde, når resultatet først begynder at tage form. Tværtimod er det den slags erfaringer, der beriger én som arkitekt. De sværeste udfordringer er jo også de sjoveste," siger Olaf Kunert, arkitekt i 3XN, afslutningsvist.

TEAMET

Facaden er udviklet i samarbejde med Pihl, Rambøll og Skandinaviska Glassystem AB. De involverede arkitekter og konstruktører fra 3XN har været: Kim Herforth Nielsen, Bo Boje Larsen, Dorthe Toft Boesen, Jeanette Hansen, Olaf Kunert, Torsten Wang, Jakob Ohm Lauersen, Anja Pedersen, Dag Præstegaard, Gry Kjær, Ida Geisen, Allan Brinch, Robin Vind Christiansen, Mogens Bruun Jepsen, Carsten Olsen, Ida Wonsild og Sune Mogensen.

DAGSLYSET ER EN FACADEKOMPONENT

Af **Signe Kongebro**, partner og sustainability manager, Henning Larsen Architects og
Jakob Strømann-Andersen, M.Sc. PhD. Sustainability Engineer, Henning Larsen Architects

Facadens komponenter fortæller en historie om bygningens DNA: Arkitektur, funktion, miljø og energi afspejles i facaden. Vi betragter dagslyset som en facadekomponent, der ikke kun udstikker facadens bæredygtige strategi – men hele bygningens bæredygtige strategi

Vejen til en bæredygtig facade er lang. Der skal tages mange hensyn, og derfor gælder det om at finde en håndfuld gode vejvisere, der kan favne bæredygtighedsbegrebet i bredeste forstand. En sådan vejviser er dagslyset.

Dagslyset skaber en enkel og direkte rute fra ude til inde og omfatter på den måde mere end blot facaden. Det omfatter hele bygningen. Dagslyset forbinder ligesom facaden ude med inde og bliver en næsten håndgribelig facadekomponent. Facadens traditionelle katalog af komponenter som vinduer, installationer, isolering og konstruktion får en ny tilføjelse i form af dagslyset, der skal indtænkes i forhold til de enkelte traditionelle facadekomponenter.

DAGSLYSFAKTORENS AKILLESHÆL

Diskussionen om vigtigheden af dagslys i det byggede miljø er for længst taget og har ført til standardiserede krav til bygningers dagslysmiljø. Dagslysfaktoren er blevet så grundlæggende et redskab, at den næsten er til at tage og føle på. Men dagslysfaktorens grundlæggende svaghed er, at den kun er et udtryk for *mængden* af dagslys. Vi er blevet utroligt dygtige til at regne på og designe i overensstemmelse med dagslysfaktoren, men vi mangler stadig at lære dagslyset at kende ud fra dets kvalitative egenskaber. Og her bliver facaden det filter, som bestemmer dagslysets kvalitet.

Facadens funktion som filter er også vigtig i forhold til solindfaldet. Den passive solvarme er både et gratis tilskud til bygningens varmebalance og skaber en risiko for overophedning. Derfor er et af facadens mest markante karakteristika en dynamisk eller fast solafskærmning, der tager højde for den passive solvarme. Solafskærmning er et vigtigt tema for både ingeniør og arkitekt, men i virkeligheden starter historien om dagslys og sollys ved en helt anden facadekomponent: Vinduet.

FACADERNE PÅ NYT HERLEV HOSPITAL ER NØJE ANALYSERET OG DESIGNET I OVERENSSTEMMELSE MED KLIMAFORHOLDENE. DET GIVER EN STATIONÆR OG ROBUST FACADE, DER UDEFRA ER OPTIMERET TIL DAGSLYS OG SOLVARME, MENS DEN INDEFRA ER BESTEMT AF EN FLEKSIBEL FUNKTIONSOPDELING

TRE LAG GLAS ER ET LAG FOR MEGET

Problematikken omkring dagslysets kvalitet og den passive solvarme kan bedst illustreres med et eksempel. Hvis vi kigger på 3-lagsruden synes vi umiddelbart at kigge på den gode pakkeløsning: Vi kan få store vinduesarealer og masser af dagslys uden at sprænge alle energirammer, fordi 3-lagsruden har gode energitekniske egenskaber. Det betyder altså også en reduceret varmeregning. Men hvis man kigger lidt mere grundigt på anvendelse af 3-lagsruden som facadekomponent ændrer billedet sig:

- Et ekstra lag glas tager ca. 8-10 % af dagslyset.
- Ofte vælges 3-lagsruder ud fra et ønske om store vinduesarealer. Øget vinduesareal medfører risiko for overophedning pga. solvarmen. For at nedsætte varmepåvirkningen indlægges derfor gerne solafskærmende coating i glasset, som yderligere reducerer dagslysmængden og giver ruden et grønligt skær.
- Hvis der derudover vælges en billigere rude, vil et højt jernindhold i glasset forringe kvaliteten af dagslyset. Jernfattigt glas er mere klart.

Den samlede pakkeløsning giver derfor et dårligt dagslysmiljø. Ofte vil dagslyset blive så 'forurenet' at det er nødvendigt at tænde den kunstige belysning. 3-lagsruderne er derfor dårlig dagslysøkonomi – og bliver hurtigt også til dårlig energiøkonomi, når den kunstige belysning skal være tændt selv i dagstimerne. Derudover er der brugerne af bygningen, hvis trivsel og produktivitet i sidste ende påvirkes mest i puslespillet om bygningens egenskaber.

AT TEGNE OG REGNE SIG TIL TRIVSEL

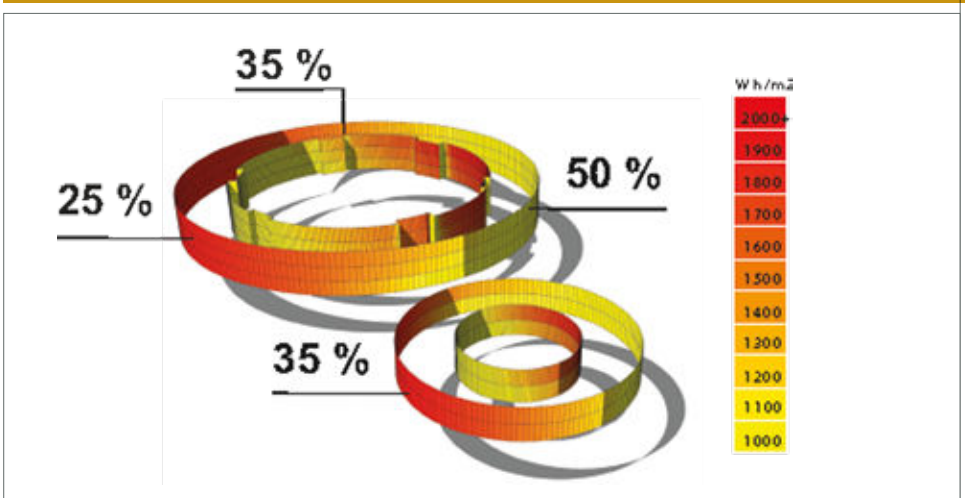
Der ligger altså et stort arbejde i at kvalificere dagslyset. Det skal ske som en integreret proces, hvor teori går hånd i hånd med praksis. Et aktuelt eksempel fra hverdagen er Nyt Herlev Hospital. Hospitalsbyggeri i dag er i bogstaveligste forstand helende arkitektur, hvor de fysiske rammer er en vigtig medspiller, når det gælder om at forkorte patientens sygdomsforløb. Her zoomer vi bl.a. ind på dagslyset, idet dagslyset er en biomarkør, der kan forbedre patientens trivsel under indlæggelsen og ultimativt forkorte den.

Facaderne på Nyt Herlev Hospital er nøje analyseret og designet i overensstemmelse med klimaforholdene. Det giver en stationær og robust facade, der udefra er optimeret til dagslys og solvarme, mens den indefra er bestemt af en fleksibel funktionsopdeling.

Et af dagslysets kendetegn er dets dynamiske variation. Det varierer over både døgnet og året og er derfor en udfordring for både arkitekt og ingeniør. På Herlev Hospital løses udfordringen ved hjælp af facaden. De runde bygningsvoluminers krumme overflade giver patientstuerne et større himmeludsnit og dermed et bedre dagslysmiljø. Vindueshullets

DAGSLYSETS DYNAMISKE VARIATION

Dagslysets helende egenskaber kendes ofte som dagslysets dynamiske variation i styrke, farve og retning og den positive effekt, det har på vores oplevelse og stemning. Den dynamiske variation stimulerer f.eks. hjernens biologiske ur. Hjernens biologiske ur har forbindelse til koglekirtlen, som producerer hormonet melatonin. Melatonin, også kaldet søvnhormonet, spiller en stor rolle i regulering af døgnrytmen, og udskillelsen stimuleres af mørke og hæmmes af lys. Kræftens Bekæmpelse oplyser fx, at det tyder på, at melatonin styrker immunforsvaret, er med til at beskytte kroppens celler og væv mod bl.a. kræft og reducerer den skadelige effekt af stråle-behandling og kemoterapi. Så en optimering af klimaskærmens potentialer har ikke kun indflydelse på energiforbruget – det er et spørgsmål om livskvalitet.



DIGITALE ANALYSER AF DAGSLYS- OG SOLFORHOLD ER EN NØGLE TIL AT DESIGNE FACADERNE, SÅ DE TAGER HØJDE FOR BÅDE PASSIV SOLVARME OG DAGSLYS

NORD 50 %

SYD 25%

FACADERNE PÅ NYT HERLEV HOSPITAL ER DESIGNET MED DAGSLYS OG SOLVARME SOM OVERORDNEDE RETTESNORE

størrelse og glassets kvalitet bliver også nøje gennemarbejdet på det nye Herlev Hospital. Studier[1] viser, at testpersoner foretrak rum med et mindre vindue med en klar, jernfattig 2-lagsrude frem for rum med store, 3-lagsruder – selvom dagslysfaktoren var den eksakt samme. Dagslyset fra den klare rude opfattes lysere selvom vinduet er mindre.

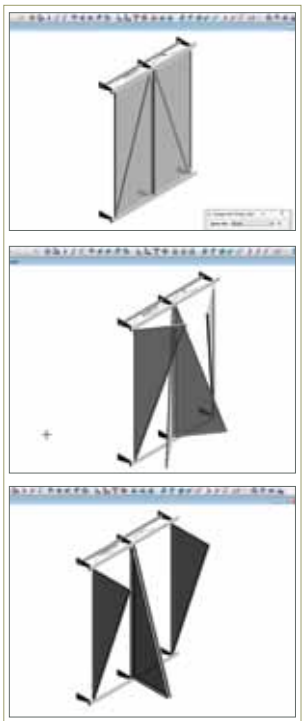
Dagslysdesignet på Herlev Hospital er en minutiøs gennemgang og optimering af hvert vindue. Opgaven er at skabe et byggeri, hvis helbredelse ikke kun er et spørgsmål om medicin, men også om trivsel. Nøglen er en facade, der forholder sig til dens opgivelser både æstetisk og teknisk.

DYNAMISK VS. STATIONÆRT DAGSLYS-DESIGN

Dagslysdesignet på Nyt Herlev Hospital er stationært: Facaderne har ingen dynamiske komponenter. En anden strategi er det dynamiske dagslysdesign, som bl.a. findes på det kommende Syddansk Universitet Kolding Campus. Her består den højisolerede facade af bevægelige trekanter, som kan regulere lysindfaldet efter dagslys, solvarme og de studerendes behov. Igen er forholdet mellem kvantitet og kvalitet vægtet højt – og i Kolding endda gjort til den primære historie, som facaden fortæller.

Stationær og dynamisk facadedesign er to forskellige strategier, der i bund og grund er et spørgsmål om religion: Forskning viser, at der er en minimal forskel på dynamisk og stationært facadedesign, når det kommer til bygningens energibalance. Det betyder, at en velkomponeret facade med optimalt dagslys- og solvarmedesign ikke nødvendigvis er dynamisk, men sagtens kan være skabt med stationære facadekomponenter, der er designet i overensstemmelse med dagslysforholdene.

På den måde kan dagslyset betragtes som en facadekomponent. En komponent, som ikke kun er vital for facaden, men går på tværs af ude- og indezoner og forbinder alle aspekter af bygningens bæredygtige profil: Energi, miljø, sundhed, trivsel og økonomi.



[1] *LYS OG TRIVSEL – EN METODE*, PH.D.-AFHANDLING, CARLO VOLF MAA, ARKITEKTSKOLEN AARHUS

DAGSLYSETS SYNERGIEFFEKTER

Dagslys bliver ofte beskrevet som en blød kvalitet og en præmis for god arkitektur. Men dagslyset har flere facetter. Én af dem er dets egenskab til at begrænse energiforbruget i bygningen. Det betyder besparelser på både elforbrug og varmeforbrug.

Et øget dagslysniveau kan reducere elforbruget til kunstig belysning markant. Dagslyset trænger dybere ind i rummet og finder vej til og omdanner mørke hjørner til brugbare kroge.

Varmebalancen påvirkes også af adgangen til dagslys. For adgang til dagslys betyder samtidig adgang til solvarme. Den solvarme, der strømmer ind i boligen gennem glaspartierne, er et gratis tilskud til opvarmningsbehovet. Fyringssæsonen bliver kortere, og behovet for opvarmning i fyringssæsonen reduceres.

Flere lux betyder altså færre kWh, og det er en gevinst for både brugere og miljø.

SDU KOLDING CAMPUS HAR EN DYNAMISK SOLAFSKÆRMNING, SOM TILPASSER SIG KLIMAFORHOLD OG BRUGERMØNSTRE

ENERGIRENOVERING PÅ 65 DAGE

Af **Lisbet Fibiger**, kommunikationskonsulent, Domea

FORBIPASSERENDE PÅ HEIMDALSVEJ I FREDERIKSSUND KUNNE I EFTERÅRET 2011 OPLEVE DET UTROLIGE SYN, AT FIRE ETAGEEJENDOMME FIK FJERNET HELE FRONTFACADEN OG ERSTATTET DEN MED EN NY – KOMPLET MED VINDUER, DØRE OG ISOLERING

De fire nyrenoverede boligblokke stråler hvidt, mens septembersolen sætter bygningernes moderne konturer i skarpt relief. Samtidig arbejder det moderne ventilationsanlæg lydløst bag facaden med at omsætte solindfaldet til varme og holde luften frisk.

Det er Boligselskabet Rosenvænget, der i samarbejde med boligadministrationen Domea i 2011 valgte at gennemføre en energirenovering af deres bygninger fra top til tå. Og for beboerne på Heimdalsvej kan forskellen mærkes både kontant og fysisk. Det sidste afspejler sig bl.a. i antallet af opkald til medarbejderne i Domeas boligcenter i Frederikssund.

- I de tidligere års vinterperioder modtog det lokale ejendomskontor mindst ét opkald om dagen, hvor beboere fra Heimdalsvej klagede over kulde og træk. I år har vi haft nul klager, rapporterer en tilfreds bygherrerådgiver **Brian Hartmann Nielsen, der har været projektleder på renoveringen.**

NEDSLIDT 70'ER-BETON

Rosenvængets fire nyrenoverede boligblokke ligger nabo til nabo med fem boligblokke fra samme oprindelsestidspunkt. Alle blev de bygget i starten af 70'erne efter tidens normer og byggeskik: som rummelige, men utilstrækkeligt isolerede lejligheder med lette facader og indvendige tunge lejlighedsskel.

Foreløbig er det kun beboerne i Rosenvængets 112 lejligheder, der har valgt at få renoveret deres bygninger. Facaderne har længe stået utætte og nedslidte, og det negative image, der af samme grund har fulgt stedet, gav i 2007 anledning til, at en ny afdelingsbestyrelse i Rosenvænget satte en anden dagsorden for stedet: boligerne og i særdeleshed facaden skulle renoveres, og investeringen skulle finansieres alene af beboernes skyhøje afdrag til varme, der kom som følge af kulde og træk i boligerne.

- Hver beboer havde på det tidspunkt en varmeudgift på mellem 15 og 20 tusinde kr. om året, og ved at skære kraftigt ned på den udgift, ville der blive økonomi til en udskiftning af bygningernes klimaskærm, forklarer Brian Hartmann Nielsen.

FRA RENOVERING TIL ENERGIRENOVERING

Renoveringsplanerne på Heimdalsvej tog til at begynde udgangspunkt i afdelingsbestyrelsens idé om at konvertere de meget høje varmeudlæg til nye facader.

Det var først efter en henvendelse fra nogle eksterne materialeleverandører, at en reel energirenovering kom på tale. Man ville gerne bruge Heimdalsvej som testcase til at omdanne et traditionelt 70'er-byggeri til passivhus.

Ifølge beregningerne kunne selv en energi-

FOTO: MANGOR & NAGEL

renovering finansieres over varmeregningen, og der var stor glæde både hos Domea og i Heimdalsvejs afdelingsbestyrelse over de mange nye muligheder, en energirenovering til passivhusstandard ville medføre.

Men efter nærmere undersøgelser – og en fælles studietur til Østrig, hvor arbejdsgruppen blev præsenteret for *state of the arts* inden for passivhuse – viste det sig dog, at tiden ikke var moden til for Heimdalsvej at realisere en renovering i den helt lave energiklasse. Det ville nemlig bl.a. kræve, at man frakoblede sig fjernvarmeanlægget, og det var ifølge den danske lovgivning ikke muligt på det tidspunkt.

- Så vi besluttede i stedet at arbejde videre med sigte på at opnå energiklasse 1 efter BR08. Allerede med de mål ville vi opnå en besparelse på op mod 80 % af beboernes varmeregninger, fortæller Brian Hartmann Nielsen.

Ved at justere snorhøjden på projektet lidt ned kunne projektet altså fortsat være beboerfinansieret, og i 2009 gav beboerne på Heimdalsvej så mandat til at gå videre med at omdanne beboelsen til et projekt i lavenergiklasse 1.

Skitseprojektet, der blev udført af arkitektfirmaet Mangor og Nagel blev godkendt i 2010, og i 2011 kom projektet i endeligt udbud.

INGEN GENHUSNING

En af de store udfordringer ved renoveringen var, at der ikke var midler i projektet til at genhuse beboerne. Det var derfor nødvendigt at finde en løsning, hvor energirenoveringen kunne finde sted uden at beboerne behøvede at forlade deres lejligheder.

Et minimumskrav i udbuddet til entreprenørerne var af samme grund, at de kunne demontere hver enkelt lejligheds gamle facade og påmontere den nye på én og samme dag.

Udbudt som en såkaldt systemleverance skulle facaden være en præfabrikeret løsning, der kunne monteres på blot en enkelt dag. Facaden skulle opfylde de basale funktionskrav og afvente, at den arkitektoniske finish kom på efterfølgende.

NY FACADE PÅ EN DAG

Boligafdelingen Heimdalsvejseksisterende facader blev således taget ned og nye blev påmonteret samme dag, hvorved genhusning og øvrige gener for beboerne kunne undgås.

Det foregik på den måde, at der blev opsat en støvvæg ca. 1 meter inde i lejlighederne, fortæller Brian Hartmann Nielsen. På den måde kunne vi afgrænse arbejdsområdet og sikre,at lejlighederne blev skærmet mod vejr og vind.

Så i perioden mellem august og november blev de gamle facader taget ned og samme dag erstattet mednyehøjisolerede facadeelementer.

- Altså, det er en ret usædvanlig procedure, og projektet har også fået stor opmærksomhed – både for sine markante resultater og for den anderledes måde at gøre det på, siger Brian Hartmann Nielsen.

Som en del af det nye energidesign er de tidligere altaner nu omdannet til vinterhaver, der fremhæves i facaden som en slags vertikale karnapper i højisoleret 3-lagsglas. Om sommeren kan ruderne skydes til side, så

man fortsat kan udnytte arealet som altan.
- Men man kan også, som nogle af beboerne har valgt, nedbryde væggen mellem altanrum og opholdsstue, og dermed gøre altanarealet mere anvendeligt, siger Brian Hartmann Nielsen.

Efter monteringen af de nye facader fik bygningerne en sammenhængende pudset overflade, hvor vinduespartierne brydes af orangefarvede glasplader, der er med til at give bygningen rytme og liv.

VENTILERING

Også indvendigt i lejlighederne er der sket en række energimæssige forbedringer. Et af de væsentligste greb er de nye decentrale ventilationsanlæg, der med varmegenvinding vil sikre boligerne et godt og sundt indeklima.

Ventilationsanlæggene er placeret i et skab i hver lejlighed, og fra deres skjulte placering styrer de ved hjælp af automatiske sensorer boligernes luftskifte, så der opnås den ønskede temperatur og luftfugtighed i rummene. Selve luftkanalerne holdes skjult under et nedsænket loft i gangen. Samtidig er køkkenerne blevet udstyret med nye emhætter med separat udtræk, ligesom alle vandinstallationer er udskiftet og påmonteret nye individuelle vandmålere.

Samlet set sikrer de forskellige tiltag et behageligt indeklima, uanset graden af solpåvirkning eller aktivitet i rummet i løbet af dagen.

MAKEOVER MED MERVÆRDI

Boligblokkene på Heimdalsvej stod over for en almindelig renovering, men merudgifterne til den gennemførte energirenovering betales udelukkende af varmebesparelsen plus en forhøjet husleje på 200 kr. pr. beboer om måneden.

Målet var at nedsætte energiforbruget til opvarmning fra 112 kWt om året til maks. 35 kWt om året. Men resultatet oversteg forventningerne:
- Vi gik efter et energiforbrug på 35 kW/m2 årligt, men vi endte på 28 kW/m2, udtaler en tilfreds regionsdirektør Bent Gordon Johansen fra Domea Frederikssund.

- Resultatet af energirenoveringen blev bedre end forventet af flere grunde: dels var vi heldige at få tilbud på nogle bedre energivinduer end først antaget, og dels besluttede beboerne i løbet af processen at gå med til en huslejestigning på 200 kr. for til gengæld at få efterisoleret tag, vægge og fundament. På den måde er bygningen så at sige pakket ind fra top til tå, siger Bent Gordon Johansen.

Så i stedet for lavenergiklasse 1 efter bygningsreglement 2008 er Heimdalsvej nu fremtidssikretefter BR2015.Både indeklima og komfort for beboerne er øget betragteligt, og den nye bæredygtige indpakning markerer sig flot, hvidt og velholdt i septembersolen.

RENOVERINGENS RESULTATER I ALT

- Et højisoleret hus
- Et tæt hus
- Et ventileret hus
- Et godt indeklima
- Et arkitektonisk løft

PROJEKTETS SAMARBEJDSPARTNERE

- Bygherre: Boligselskabet Rosenvænget v/Domea Nordsjælland Vest
- Tidsperiode: 2009-12
- Arkitekt, totalrådgiver, byggeledelse og tilsyn: Mangor & Nagel A/S
- Ingeniør: Esbensen A/S
- Landskabsarkitekt: Mangor & Nagel A/S, Plan+Landskab

Fakta om energirenovering

I de højisolerede vinduer er ruderne så energieffektive, at det er gennem rammen, at vinduerne har det største varmetab. Derfor er en stor del af vinduesrammen indbygget i den omgivende væg isolering. Vinduernes ydre består af en slags fiber kompositmateriale, mens de indvendigt fremstår i træ.

Generelt er der i renoveringen brugt naturlige, sunde materialer, der ikke giver afdunstninger til indeklimaet. Ligeledes er materialerne genbrugelige og kan indgå i det naturlige kredsløb efter endt brug.

Ved renoveringen af facaden benyttede man en helt særlig teknik, der gjorde det muligt for beboerne at undgå genhusning. Man monterede simpelthen de nye energieffektive facadeelementer samme dag, som man fjernede de gamle.

Bygningsfacaderne er efter renoveringen fuldstændig udskiftet med nye højisolerede facader, udført som rumstore elementer, der leveres færdige. Døre og vinduer er således isat inden montering.

SOLCELLEANLÆG ANDELSBOLIGFORENINGEN

SØPASSAGEN, KØBENHAVN

Af **Klaus Boyer**, arkitekt maa, Solarvent

INNOVATIVT SOLCELLEANLÆG

Med udgangspunkt i et skitseprojekt fra 2007 etableredes ved udgangen af 2011 et integreret solcelleanlæg på 45 Kwp (ca 315 m^2) på ejendommen tilhørende Andelsboligforeningen Søpassagen. Anlægget er støttet med midler fra Københavns Kommune, ForskVE projektet samt PV-Cities 2012.

Solcellerne er delt i to anlæg: Anlæg 1: de skrå tagflader med 28 kwp, hældning 45 gr. og Anlæg 2: det flade tag med 17 kwp, hældning 17 gr.

Andelsboligforeningen Søpassagen har igennem flere år virket som igangsætter af klimarelaterede aktiviteter og tænkemåder og indledte vejen mod etablering af solceller på egen ejendom med igangsætning af nævnte 'skitseprojekt' tilbage i 2007, hvortil Solar City Copenhagen ydede tilskud.

Skitseprojektet blev udført af Solarvent Aps.

Andelsboligforeningen Søpassagen har 88 lejligheder og ligger på Østerbro ved Fredens Park og Sortedamsdosseringen. Bygningen er ret markant med sine 6 etager og københavnertag og er meget synlig i det offentlige rum.

Solcellerne i de skrå tagflader har erstattet den oprindelige naturskifer og fremtræder derfor som en meget synlig tagflade. Anlægget på det flade tag ses ikke fra gadeplan med den lave hældning.

ETABLERING AF SOLCELLER I KØBENHAVNS KOMMUNE

Den hidtidige praksis i København kommune med VE-anlæg (Vedvarende Energianlæg) har været, at det ikke måtte kunne ses fra det offentlige rum.

Med baggrund i Københavns Kommunes egen Klimaplan, der går ud på at være CO^2 neutral i 2025, og dermed ønsket om styrkelse af den vedvarende energi, har kommunen set det som en udfordring men også en nødvendighed at tage tidligere opfattelser op til fornyet overvejelse.

Københavns Kommune har ydet et stort bidrag til denne sag, set det som en demonstrations- mulighed, en fornyet opmærksomhed om synligheden, og dertil også stillet krav til udformningen af de synlige dele, krav som ikke nødvendigvis kan opfyldes ved brug af standardløsninger.

Solcellepanelerne i de skrå tagflader fremtræder med en lagdeling der refererer til skifertaget, som er den traditionelle tagdækning på sådanne huse, uden dog at efterligne skiferstenene. Det giver noget bevægelse og struktur i tagfladen, der harmonerer fint med huset som helhed.

Panelerne er opbygget med kun to rækker solceller i vandret liggende baner. Panelerne er uindrammede og repræsenterer derfor kun en synlig tykkelse på op til 5 mm. Panelerne er monteret i et underliggende montagesystem der medfører at panelerne reelt repræsenterer en tæt tagflade, svarende til en hvilken som helst anden færdig tagbelægning. Der er etableret undertag forinden lægningen af solcellerne. Panellængderne ligger med et ganske lille overlæg.

Ved tagets hjørneafslutninger, som repræsenterer små skæve tagflader er lagt naturskifer.

Som afslutning af panelrækkerne op mod skyggegivere som kviste og lign. er benyttet alucobond i sort med samme banebredde som panelerne.

Det flade tags anlæg er med en hældning på 17 gr ikke synligt fra offentligt rum og udført med indrammede standardspaneler på alustativ.

Solcelleleverance og montage er udført af Gaia Solar A/S, Hvidovre.

Arkitekt har været Klaus Boyer, Solarvent Aps, Valby.

ANDRE TILTAG

Undervejs i processen har en lang række alternative løsninger været overvejet. Andelsbolig-foreningen Søpassagen har imidlertid på grundlag af en tilsvarende lang række vurderinger og analyser besluttet det nu udførte bestående af solcelleanlæggene, en stor tagterrasse samt et genbrugsregnvandsanlæg. Solcellerne medfører den største CO^2 reduktion af de overvejede alternativer og løsninger.

Cenergia Aps, Herlev, har bidraget med forskellige analyser.

Moe & Brødsgaard, Rødovre, har bidraget vedrørende regnvandsanlægget.

Korsbæk & Partner, Ålborg, har bidraget vedrørende konstruktioner.

Solarvent Aps, Valby, har stået for den samlede byggeledelse.

YDELSE OG FORBRUG

Solcelleanlæggene ventes at yde omkring 35.000-40.000 kwh/år.

Andelsforeningens fælles el-forbrug ligger i niveauet 22.000 kwh/år til trappelys, kælderlys, udendøs belysning, tv-anlæg mv. samt vaskeri.

Solcellerne var først og fremmest tænkt som dækning af dette fælles el-forbrug. Imidlertid var der plads til mere og den gunstige solcellepris medvirkede yderligere til at styrke ønsket om at udnytte tagets muligheder fuldt ud.

Ejendommen havde tre målere på det fælles el-forbrug. Disse ville kunne lægges sammen til et som dækkende fællesarealets el-forbrug. Men der ville fortsat være en overskudsproduktion i størrelsesordenen 13-18.000 kwh/år som så skulle sælges til det offentlige el-net for 60 øre pr kwh, hvilket er en dårlig forretning når man giver 2,00 kr pr kwh den anden vej.

Som følge af to forhold vedr. boliger:

- det frie el-valg, der er lovbestemt;
- nettoafregningsordningen, der fastlægger hvordan der afregnes og exporteres/importeres til nettet;

skal al el-afregning jf. nettoordningen afregnes en gang om året over et skillepunkt, dvs en måler. Når man bevæger sig ud over bestemmelserne vedr. fællesareal skal alle beboere være 100% enige, dvs enten100 % sammenlægning eller ingen sammenlægning.

Andelsboligforeningen gik derfor i gang med at indsamle underskrifter fra alle beboere, hvilket er en større opgave. Det lykkedes og i dag er der kun en hovedmåler og bimålere på alle brugssteder, herunder i alle boligerne.

Denne proces har muliggjort, at den samlede produktion afregnes over nettet (import/export samme pris ca 2,00 kr pr. kwh) hvilket betyder følgende:

- Foreningen tjener samlet mellem 70.000 og 80.000,- kr. pr. år ved egenproduktion af el
- Foreningens medlemmer, beboerne, sparer pr. bolig 900,- kr/år i målerafgift
- Foreningen får som storkunde rabat i størrelsesordenen 10-12 % på det samlede el-forbrug som netto importeres fra el-nettet, gældende ved mere end 100.000 kwh/år.

Det anslås at ejendommens samlede årlige el-forbrug ligger mellem 200.000 og 250.000 kwh.

Der skal således fortsat fra nettet importeres mellem 160.000 og 210.000 kwh pr år.

Den synlige solcelleløsning i de skrå tagflader er en del dyrere end standarløsningen på det flade tag. Netto prisen for solcellerne i den skrå tagflade er 32,- kr/wp og på det flade tag 21,- kr/wp.

Og det skal tilføjes, at der for at etablere solcellerne i de skrå tagflader fordres en

større investering i nyt undertag medens den medfølgende tagomlægning på det flade tag er betydelig mere beskeden. Hertil kommer stilladsudgifter, som er væsentlige og uomgængelige ved det skrå tag, men er beskedne ved etablering på det flade tag. Så samlet bliver løsningen i den skrå tagflade temmelig dyr.

Der vil i kraft af den centrale måling af årsforbruget, og dermed et stort samlet forbrug, kunne opnås en lidt lavere el-pris. I dag er mellem 20 og 25% af den pris man betaler el-produktionspris, og det er den man får rabat på. Resten er afgifter o.lign. og der gives ikke rabat.

Endnu en besparelse venter på sigt, nemlig den forventede prisstigning i net-el, der væsentligst vil være foranlediget af politiske afgiftsforhøjelser. Disse stigninger påvirker naturligvis også lysten til at investere i alternativer.

Nedenstående tabel 1 viser en stigningstakt på 4% over den periode som solcellernes ydelse er garanteret nemlig 25 år. I de foregående 40 år har stigningen gennemsnitlig været 6%.

Det skal tilføjes at solcellernes ydelse falder igennem garantiperioden på 25 år. Det veksler en del hvor meget, men garantien sikrer en ydelse det 26. år på 80 %, dvs et fald på max 20%. Der er mange eksempler på at det reelle fald over en tilsvarende periode har været mindre. Det kan så sammenholdes med, at den forventede prisstigning på importeret el vil være 256%, hvoraf ca 90 % ud fra den aktuelle inflation vil være en netto fordyrelse.

DEN SAMLEDE SOLCELLEØKONOMI

Investering:	
28 kwp solceller af 32.000 kr/kwp	896.000,-
17 kwp solceller af 21.000 kr/kwp	357.000,-
Solceller i alt inkl. montage, vekselrettere, tavle og weblog	1.253.000,-
Inkl. moms 25 %	1.566.250,-
Byggeudgift tag	435.000,-
Stillads	290.000,-
Tekniker honorar	250.000,-
Samlet	975.000,-
Inkl. moms 25 %	1.218.750,-
Etablering af 90 bimålere og to hovedtavler med to hovedmålere	245.000,-
Inkl. moms 25 %	306.250,-
SAMLET INVESTERING	3.091.250,-
Tilskud fra Københavns Kommune og PV-Cities	- 1.820.440,-
Nettoudgift for Andelsboligforeningen	1.270.810,-

TILBAGEBETALINGSTID OG FORRENTNING

Med baggrund i den afholdte investering og den forventede el-besparelse fås følgende:

Tilbagebetalingstid	1.270.810,-/75.000,-	17 år
Forrentning	75.000,-/1.270.810,- x 100	6%

Medtages besparelsen i målerafgifter med 78.000,- ser billedet således ud:

Tilbagebetalingstid	1.270.810,-/153.000,-	8 år
Forrentning	153.000,-/1.270.810,- x 100	12%

TABEL 1

PRISSTIGNING PR ÅR = 4%, HERUNDER ANFØRT FOR HVERT ANDET ÅR

2.ÅR	1	3	5	7	9	11	13	4,38 15	17	19	21	23	25
KWH PRIS	2,00	2,16	2,34	2,53	2,74	2,96	3,20	3,46	3,75	4,05	4,38	4,74	5,12

VIBEENGSKOLEN – LIVSGLÆDE OG BÆREDYGTIGHED

Af **Susanne Andersen**, arkitekt maa, Arkitema

Vibeengskolen er en ny 3-sporet folkeskole i Haslev - projekteret i energiklasse 1 og med ambition om at blive energiklasse 0. Bæredygtighed er integreret i bygningen og naturen. Det foregår i børnehøjde og er ganske enkelt, håndgribeligt og let tilgængeligt. Skolen er i sit legende formsprog og udtryk imødekommende. Elementer der frister til leg og bevægelse, lys der skaber gode stemninger og den tætte kontakt til naturen skaber et udfordrende sted at være for både børn og voksne...det giver LISVSGLÆDE

Skolen er placeret i den sydlige del af en stor landskabsgrund vest for Haslev omgivet af skov og grønne hegn. På grunden ligger to eksisterende søer, en gammel mergelgrav og et regnvandsbassin som er inddraget i skolens læring. Et hovedelement i skolens undervisning er læringsstationerne i landskabet, herunder bådebroen ved regnvandsbassinet, skjulet i skoven og værkstedet på engen. Et sammenbindende bevægelsesforløb kæder direkte de forskellige landskabstemaer og læringsstationer sammen med krop og bevægelses aktiviteter, der skaber gode betingelser for læring og trivsel, sådan at børnenes fantasi,kreativitet og indlevelsesevner stimuleres. Det er udendørs undervisningsfaciliteter som anvendes på lige fod med faglokaler og almindelige klasselokaler.

Bygningens ydre udtryk er reduceret i skala og samlet påvirkning. Tagfladens forskellige knæk skaber kiplignende motiver i facaden og samtidig opstår indre rumlig variation og optimale muligheder for montering af solcelleanlæg (mod syd), nordvendte ovenlysåbninger og begrønning med Sedum. Den varierede facade gør det nemt for hvert enkelt barn at finde vej. Skolen er organiseret som en stjerneform der inviterer landskabet ind i bygningen. En organisatorisk form som giver en meget klar logistik, hvor de enkelte fløje: indskoling (1,5 m over indgangsplan), mellemtrin, faglokaler/adm. og idræt alle henvender sig til det centrale hjerterum, og samtidig skaber optimale rammer for at integrere den nære natur i undervisningen og livet på skolen.

Fra det centrale hjerterum er der adgang til alle seks fløje, hvoraf de fire er i to planer. Indgange til hhv. indskoling og mellemtrinsafsnit sker af decentrale indgange, som man kommer til ad stier rundt om bygningen. Både hjerterummet, hvor der er stor siddetrappe og mulighed for nemt at inddrage scene og musiklokale, og skolens mere udadvendte funktioner, som vil finde sted i idrætshallen og i fagområderne, henvender sig ud mod ankomstpladsen, hvorved brugen af disse funktioner nemt kan komme Haslevs andre borgere til gode. Hovedindgangen er accentueret af førstesalens pædagogiske læringcenter som hænger ud, inviterer og giver ly. I kælderen er der idrætsomklædning og teknik.

Arketypen for en dansk folkeskole er en rød teglbygning – det har dannet inspiration til Vibeengskolens farve. For at opnå frihed i facaden og optimal isolering uden at alt for mange kvadratmeter går til spilde er der arbejdet med en let facade beklædt med solide facadeplader i tre forskellige røde nuancer i faldende længder og bredder på hhv. 40 og 60 cm. På udvalgte steder og i nicher skifter

beklædningen til træ, som binder huset sammen med det omgivende trædæk og natur som materialeovergange og elementer der går igen inde som ude f.eks siddestubbe og trapper, og visuelt med lys og indrammede kig ud mod naturen. Dette skaber optimale rammer for at integrere den nære natur i undervisningen og livet på skolen.

BÆREDYGTIGHED OG PÆDAGOGIK.

Vibeengskolen fletter sig ind i landskabet og landskabet ind i skolen. Dette giver de allerbedste muligheder for at integrere natur og bæredygtighed i livet på skolen og at skolen så i øvrigt er placeret på en kæmpe naturgrund med forskellige egenskaber gør kun potentialet for bæredygtig undervisning endnu større.

Mange børns læringskurve stiger i takt med, at de inddrages fysisk i undervisningsemnet. Det at kunne se, dufte, høre og mærke tingene som emnet drejer sig om skaber en større forståelse og gør dermed barnet ekstra modtagelig for læring.

På Vibeengskolen forgår læring på alle tider og alle steder med og uden lærer i nærheden. Derfor er det vigtigt, at de adfærdsskabende og læringsmæssige bæredygtighedstiltag forgår i børnehøjde og er ganske enkle, håndgribelige og let tilgængelige.

Fakta:
3-sporet folkeskole 0.-6. klasse, 7.200 m² brutto
Under opførelse, færdigbygget 2013
Bygherre: Faxe Kommune
Totalrådgiver: Arkitema Architects
Ingeniør: Søren Jensen
Energirådgivning: Cenergia
Råhus: Brdr. Thybo
Komplettering incl. facadeelementer: Bent Nygaard Sørensen
Installationer: Kirkebjerg

U-værdi vinduer og glaspartier isat max. 0,9 W/m²K
G-værdi 0,5
Tæthed: maksimum på 1 l/s pr. m² ved 50 Pa
Energiforbrug: 40,5 kWh/m²/år svarende til *Energiramme lavenergibyggeri 2015*
Produktionsbehov via solpaneler 53.000 kWh v. energiklasse 1

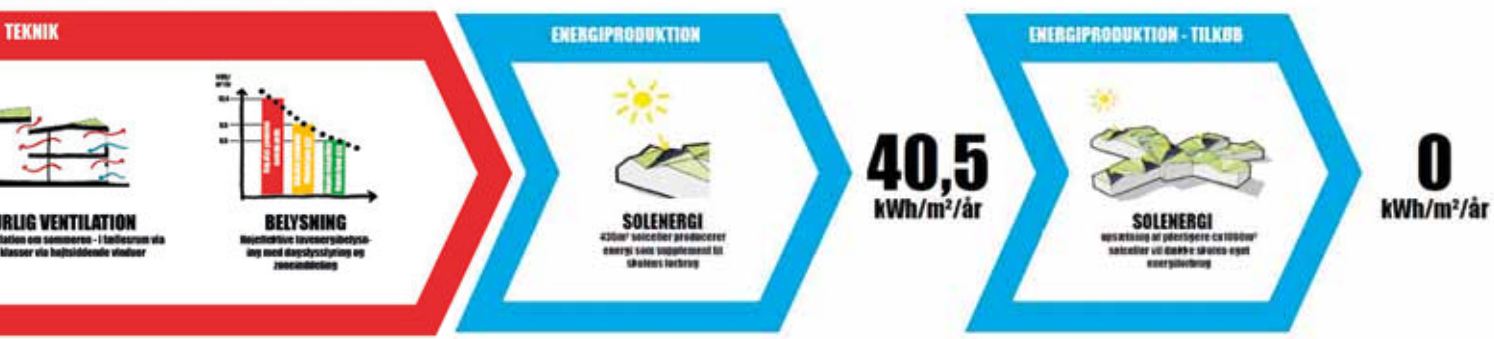
VAND

Fra tagenes skrå flader opsamles regnvand, som ledes ud i regnvandssøen, hvor det kan studeres videre i læringsstationen for natur og teknik.

Fangster kan også bringes ind i huset og studeres. Fra det lave vand ved indskoling og den eksisterende sø ved mellemtrin og natur og teknik kan fangster og indsamlet materiale parkeres i udebryggerset lige ved indgangen til hvert område. Indenfor kan materialet leve videre i akvarier og minivæksthuse.

EL

Målsætningen har været at bygge en god basis bygning med et lavt energiforbrug. Dette er opnået ved teknisk og økonomisk optimeret anvendelse af kendte tiltag: Kompakt bygningskrop, optimal isolering, undgåelse af kuldebroer, sikring af en god lufttæthed,behovsstyring af ventilation og belysning, benyttelse af lavenergivinduer, intelligent placering af vinduespartier, indbygget tyngde for udnyttelse af passiv solvarme og gratisvarme.



INDEKLIMA

Indeklimaet efter opførelsen er en helhed bestående af mange faktorer i et kompliceret samspil med stor betydning i forhold til trivsel, indlæring og forståelse. Faktorer såsom akustiske forhold, luftkvalitet og dagslysforhold, har særlig betydning for arbejdsmiljøet, for voksne såvel som børn. Der er stor fokus på akustik, og skærpede krav da mange lokaler skal kunne anvendes også af fritidsordningen. Derfor er der store vægflader i fællesområder og dobbelthøje rum som er suppleret med perforerede akustisk dæmpende overflader, og indskolingsklasserum har store arealer med dæmpende akustiske opslagstavler. De facetterede lofter yder et godt bidrag til at løse de akustiske udfordringer. Der vil blive foretaget kontrolmålinger af akustiske løsninger og bygningens tæthed efterprøves under og efter byggeri med 'Blower Door' test.

ENERGIFORSYNING

Skolens varmeforsyning er fra naturgas.
På bygningens skrående tagflader er integreret ca. 435 m^2 solceller til produktion af el.

Der er planlagt en fremtidig placering af yderligere ca. 1.000 m^2 solceller i terræn som vil gøre bygningen energineutral.

DAGSLYS

Vinduer er placeret højt i et 'tilfældigt' mønster som tilgodeser højtsiddende vinduer der lukker lys langt ind i rummene og samtidigt et forholdsvist lille vinduesareal som holder på varmen. Dermed mindskes brugen af kunstlys. Klasselokaler på 1. sal og dobbelthøje rum er forsynet med ovenlys der bygger videre på samme princip.

Udvendig solafskærmning mod syd, vest og øst forhindrer blænding og overophedning.

KUNSTIG BELYSNING

Når dagslyset ikke er tilstrækkeligt suppleres det med en zoneopdelt dagslysstyret kunstig belysning, der understøtter funktioner og aktiviteter i skolens pågældende lokaler. Til udvalgte aktivitetsområder såsom 'læsekroge' og 'hyggehjørner' er der suppleret med mere specifik funktionsbelysning som har den fordel, at de virker samlende og fokuserende på børnenes aktiviteter.

VENTILATIONSSTRATEGIEN

For at kunne reducere bygningens varmetab er der i varmesæsonen valgt mekanisk ventilation med varmegenvinding styret efter luftens CO2 indhold. Uden for varmesæsonen og i solrige perioder vil ventilationen være hybrid, hvilket betyder, at den lovpligtige mekaniske ventilation med indblæsning og udsugning så vidt muligt vil blive erstattet af naturlig ventilation. Den naturlige ventilation understøttes af mekanisk styresystem. I fællesarealerne er den naturlige ventilation en kombination af tværventilation og opdriftsventilation.

I hjerterum og idrætshal er valgt central løsning m. aggregater i kælderen/depot idræt. De decentrale ventilationsaggregater som er valgt til alle andre områder har ca. det halve elforbrug af centrale anlæg og kan indgå mere konkret i undervisningen ved at lade eleverne deltage aktivt i udskiftning/rensning af filter. Frisk luft indtag forvarmet via jordvarmeveksler aht. fuld varmegenvinding i frostperioder.

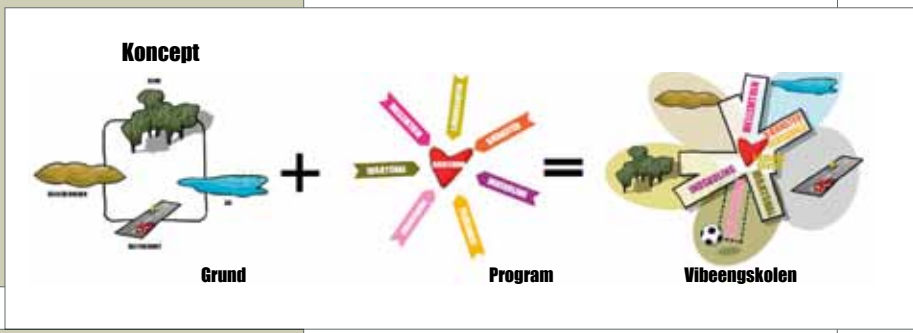
Natkøling primært ved naturlig ventilation i sommerhalvåret via mekanisk styresystem.

Der har i projekteringsforløbet været stor fokus på at fastholde de oprindelige intentioner omkring bæredygtighed, energi, indeklima mv., men der er naturligvis truffet nogle valg omkring hvad der er realisabelt indenfor den økonomi der er til rådighed. En dygtig bygherre og engagerede brugere har hjulpet med at fastholde og udvælge fokusområder. Det byggeri vi er ved at opføre opfylder i meget stor udstrækning tankerne fra konkurrenceprojektet og vil helt sikkert blive et inspirerende bæredygtigt miljø at gå i skole og arbejde i.

Fakta: VVS og ventilation

Løsninger mhp. lave udgifter til vedligehold og energi
Føringsveje er reduceret mest muligt
Primært decentrale ventilationsanlæg som minimerer føringsveje
Vandbesparende toiletter
70% af blandingsbatterierne berøringsfri
Vandforsyning i klasserum kun koldt vand
Minimalt varmetab fra rør og beholdere
Opvarmning radiatorer v. facade
Gulvvarme i garderober
Pumper i anlægget er 'spare-pumper'
Bygningen er fuldsprinklet aht. indretningsfleksibilitet
Ingen indvendige nedløb
Tagvand og overfladevand (renset i filter) ledes til regnvandsbassin.

Fakta: Konstruktioner og materialer:
Insitustøbte dæk og søjler/bærende kerner
Bærende stålsøjler og facadedrager
Tagelementer; facade til facade
Facader som træelementer – skærpet fokus på fugt i byggeperioden
Lette vægge; gips
Vinduer og glasfacader; træ/komposit
Udvendig facadebeklædning; laminerede plader 30 % træ
Gulve; linoleum og træ.



Data

Infosøjlen på torvet i hjerterummet viser diverse målbare elementer som f.eks. forbrug af varmt, koldt vand, el, varme samt produktion af energi fra solceller. Ved morgensamlingen kan man runde emnerne og evt. opstille mål for hvordan skolen ved en samlet indsats i løbet af den kommende dag kan foretage sig recource-besparende eller -genererende aktiviter og næste dag samles om, aflæse og glædes over resultatet. I udvalgte klasselokaler er der på infotavler opsamlet tilsvarende information som kan udnyttes i undervisningen.

PV BOOST

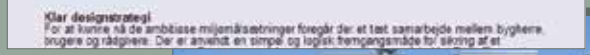
Med bevilling på 5,5 mio. kr fra Energinet.dk og total budget 19,6 mio. kr realiseres næste 3 år en række større innovative solcelleprojekter i Hovedstadsområdet

Der et behov for at booste anvendelsen af bygningsindpassede solceller (BIPV) i Hovedstadsområdet. Især byen København har i en årrække støttet solcelleteknologien, således at en række interessante solcelleanlæg er blevet realiseret i praksis.

Indenfor de sidste 2-3 år er der imidlertid ikke sket så meget i København bortset fra nogle højprofilerede erhvervsejendomme med solceller. Trægheden skyldes i mange tilfælde usikkerhed med hensyn til hvilke krav der bør stilles til leverandør/entreprenør og rådgivere herunder vedr. arkitektoniske konsekvenser for bygningerne.

Nu er der imidlertid sket et større prisfald, så tiden er inde til at kickstarte et solcelle marked i København og København regionen, og dette er netop ambitionen i PV-Boost-2015 projektet, som koordineres af Gate 21 i samarbejde med Cenergia Energy Consultants, og hvor en række innovative solcelleløsninger vil blive afprøvet.

Vibeengskolen er et af flere demonstrationsprojekter i PV Boost.



Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger (FBBB) har til formål at styrke indsatsen for bæredygtige byer og bygninger. Dette formål fremmes bl.a. ved at drive oplysende virksomhed og deltage aktivt i debatten, herunder i samarbejde med organisationer i Danmark og udlandet.

Nyheder fra byggeri og energiforsyning, fra kommuner, boligselskaber, videncentre, rådgivere, producenter m.fl., debatindlæg, annoncering af aktuelle arrangementer, reportager samt en række byggeri- og byudviklingsprojekter landet over præsenteres løbende på hjemmesiden

www.fbbb.dk

Periodiske nyhedsbreve til en interesseret kreds af mere end 1600 personer giver let adgang til at holde sig orienteret bl.a. om nye opdateringer i databasen www.danskbyokologi.dk hvor ca. 265 byggerier med særlig energi- og miljøindsats præsenteres. Senest er påbegyndt indlægning af målte energiforbrug og nøgletal i forhold til de skærpede energikrav i bygningsreglementet. FBBB har i 2010 indledt samarbejde med en række medlemskommuner om vejledning og nye koncepter for lavenergibyggeri og energiforsyning samt tilhørende påvist barrierer for mere bæredygtighed i lokalplanlægning med forslag til justeringer i Planloven m.fl.

Foreningens arbejde er stort set udelukkende finansieret af medlemskontingent fra i alt nuværende ca. 145 medlemmer fra kommuner, boligselskaber, arkitekt- og ingeniørfirmaer, producenter, organisationer, videncentre og privatpersoner m.fl. Vi vil gerne opfordre til at mange flere bliver aktive medlemmer så vi kan gavne det bæredygtige byggeri og byudvikling endnu mere.

LÆS MERE PÅ WWW.FBBB.DK – KLIK PÅ 'BLIV MEDLEM'