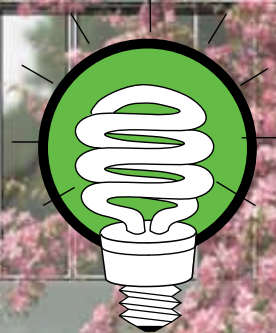


INTEND PROJEKT

**INTEGRERET
ENERGIOPTIMERET
DESIGN I KONTORBYGGERI**



VEJEN FREM TIL LAVENERGIKLASSE 1 OG 0

OM PROJEKTET

Projektet kort fortalt

Det koster ca. 7 % mere i anlægsudgifter at opføre et kontorbyggeri som energiklasse 1 sammenlignet med et standardbyggeri efter BR08. Til gengæld kan der spares op til ca. 50 % energi på bygningsdriften.

Både herhjemme og internationalt er der stærke kræfter i gang for at ændre på både virksomheders, det offentliges og borgernes holdning og adfærd i forhold til forbrug af ressourcer og udledning af CO₂.

I den forbindelse anslås det, at ca. 40 % af energiforbruget i Danmark går til opvarmning, lys og ventilation af bygninger alene. Derfor er der al mulig god grund til at undersøge og finde nye metoder til, hvordan vi i fremtiden kan bygge nyt, **så bygningernes funktionalitet, design og et lavt energiforbrug kan gå hånd i hånd - til gavn for både økonomi og klima.**

Den udfordring besluttede MT Højgaard Byggeri Øresund og et team af arkitekter, ingeniører og studerende fra DTU/Byg at tage op i 2008 gennem et udviklingsarbejde, der tog udgangspunkt i energioptimering inden for opførelse af kontorbyggeri.

Integreret design i kontorbyggeri

Grundtanken i projektet var at opføre et tænkt kontorbyggeri i 3 energiklasser med en realistisk prisfastsættelse. Målet var at sammenligne økonomien i de tre energiklasser, og samtidig styrke og udvide teamets "værktøjskasse" inden for bæredygtigt byggeri.

Projektteamet var optaget af tanken om at afprøve Integreret Design, for at udvikle et bedre projekteringsforløb. Tesen var, at en fuld integrering af alle discipliner, inklusive prisfastsættelsen, i projekteringen ville give et sikkert og effektivt forløb uden unødigt tidsforbrug og omveje. Teamet ville undgå den situation, hvor arkitekten arbejder frit og uforstyrret og alene fastlægger bygningens udformning, hvorefter ingeniøren – for sent – må omdefinere projektet for at kunne få energiberegningerne til at passe med bygningsreglements krav.

Store besparelser

Resultatet af arbejdet er opløftende: Et energiklasse 1 kontorbyggeri kan udføres mod ca. 7 % meromkostninger i anlægssummen. **Til gengæld er energibesparelserne på ca. 50 % sammenlignet med et standardbyggeri efter BR08.** Det betaler sig ganske enkelt at have alle byggeriets parter med fra begyndelsen i bygningens planlægning og projektering.

Formål

Formålet med udviklingsprojektet er at:

- hæve vidensniveauet vedrørende energioptimeret byggeri
- forankre denne viden hos de deltagende parter
- gennemarbejde og analysere et tænkt, men realistisk projekt på en "bar mark" i Danmark
- kalkulere det tænkte bygværk i totalentreprise jfr. BR 08, lavenergiklasse 1 og lavenergiklasse 0/passivhus for at få identificeret forskelspriserne ud fra de forskellige tiltag, klasse for klasse (lav energiklasse 2 blev fravalgt fordi energigevinsterne var relativt lave og for uambitiøse)
- afprøve Integreret Design i 1:1

Forudsætninger

For at afgrænse opgaven har teamet formuleret følgende krav til projektet. Det skal:

- både være praktisk og forskningsmæssigt baseret (den nyeste forskning i integreret design ved DTU)
- være konkret og målbart
- udarbejdes i et samarbejde med dele af byggeriets parter
- generere vidensdeling
- ikke være et koncepthus, men et koncept til design af bygninger
- have fokus på energioptimering, og mindre på bæredygtighed i sin komplette form (dvs. vugge-til-grav betragtning, transport af byggematerialer og de sociale elementer).
- indeholde byggekomponenter, der allerede er tilgængelige på markedet

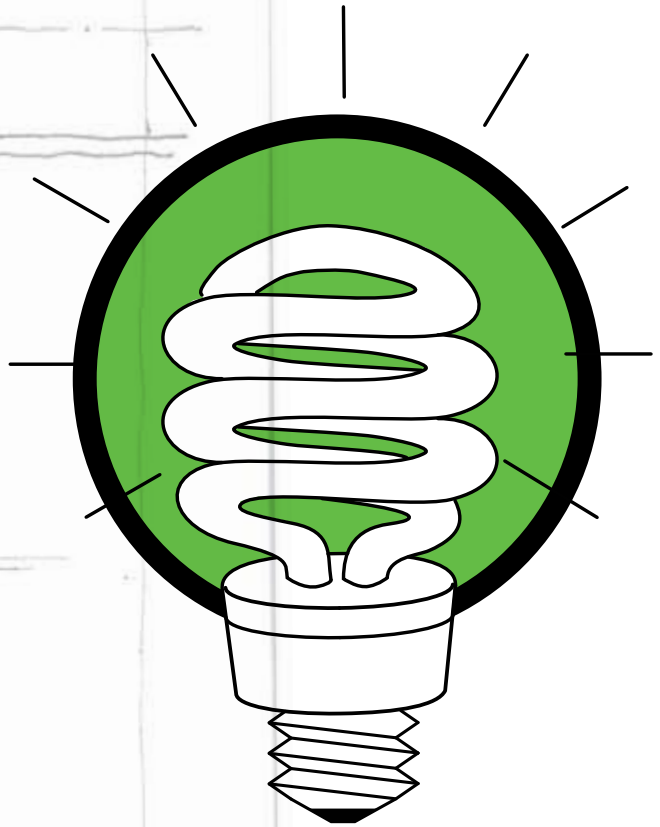
Teamet

Teamet bag projektet består af:

- JJW Arkitekter / Mauro Lucardi & Lars Lindeberg
- Juul & Frost Arkitekter / Janus Døssing
- MT Højgaard Projektering / Camilla Dyring
- MT Højgaard Byggeri Øresund / Julius Jensen, Peter Sell & Naveed Anjam
- Klaus Nielsen Rådgivende Ingeniørfirma / Klaus Nielsen
- DTU Byg / Svend Svendsen, Michael Jørgensen, PhD Stud. & DTUs studerende

Dertil har følgende leverandører ydet stor bistand og hjælp til projektet:

- Pro Tec Vinduer A/S
- Hansen Profile
- Taasinge Træ A/S
- Fagerhult AS
- Airteam
- Blendex A/S
- I. Hammerich A/S - Troldekt



Bygningen

Projektteamet har udført beregninger og proces så tæt på virkeligheden som muligt.

Udviklingsarbejdet skal fokusere på bæredygtighed, hvorfor bygningens funktionalitet og arkitektur er holdt på et relativt enkelt niveau.

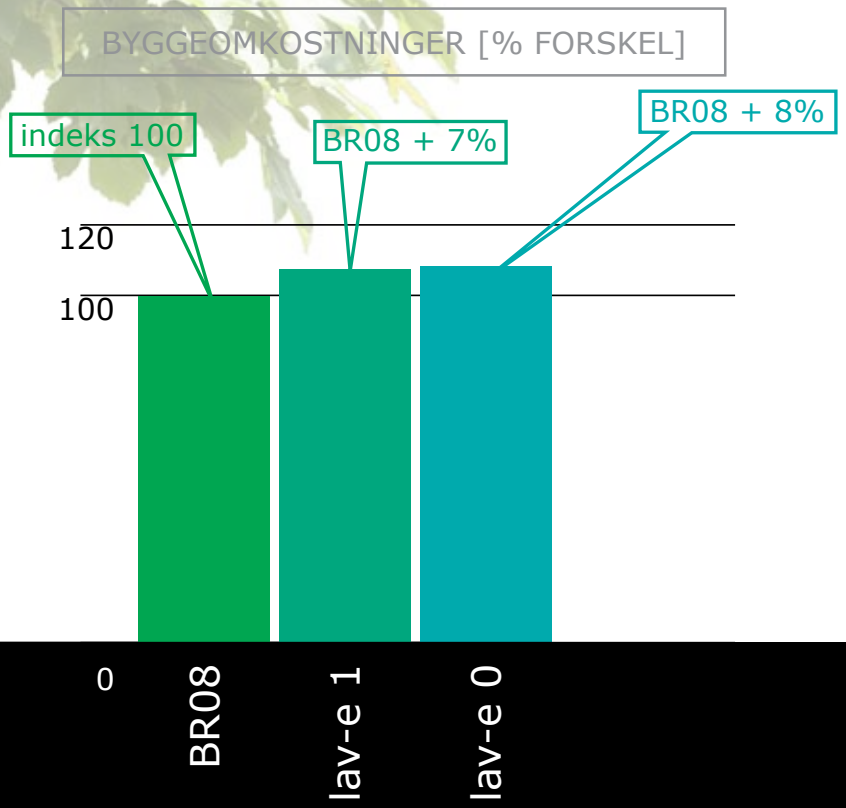
Projektet er blevet fastlagt som et kontorbyggeri i 3 etager med 12 meter husdybde i ca. 50 meters længde, og med en fordeling af celle og open office kontorarbejdspladser. Da vi ville opnå en realistisk kalkulation er projektet udviklet til et stade på niveau med et myndighedsprojekt. Bygningens indeklima og energiforhold er beregnet uden hensyn til skygger fra nabobygninger.

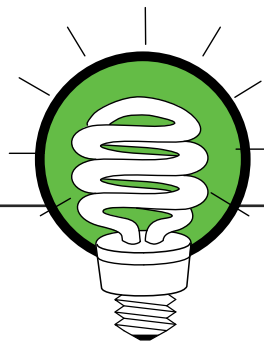
De første analyser af et egnet råhusbyggesystem har ført til valget af et beton søjle-bjælkehus med huldæk og lette facader blandt andet for at tilgodese dagslysfald.

Facaderne er projekteret i en organisk type/lette præfabrikerede træelementer.

Prismæssigt er huset gennemregnet som et nøgleklart og funktionsdueligt kontorbyggeri uden kælder og inventar, men i øvrigt klar til brug i totalentreprise.

ENERGI/RESULTATER





ENERGIKLASSER

BR08

LAVENERGIKLASSE 2 (FRAVALGT)

LAVENERGIKLASSE 1

PASSIV-ENERGIKLASSE 0

95 KWH/M²/ÅR

75 KWH/M²/ÅR

50 KWH/M²/ÅR

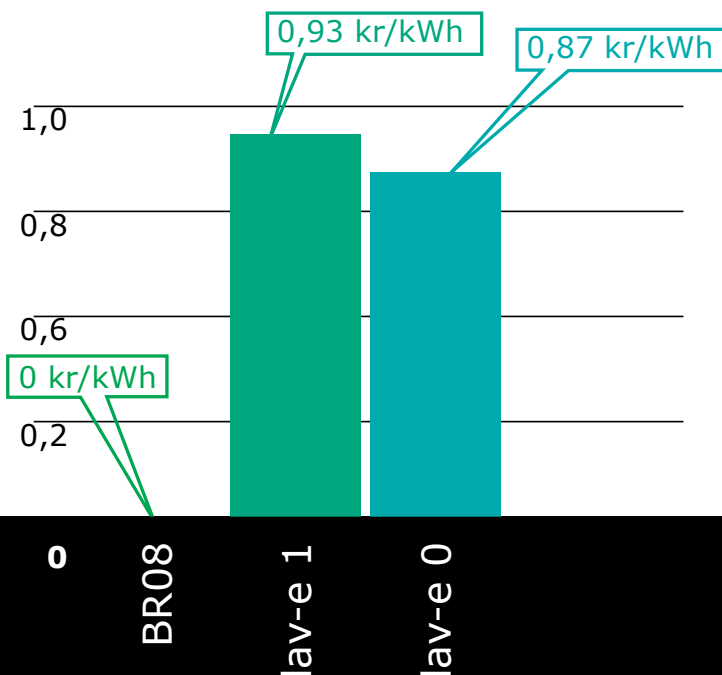
25 KWH/M²/ÅR

*ALLE BEREGNINGER ER FORETAGET MED HHV. BE06 OG IDBUILD (WWW.IDBUILD.DK)

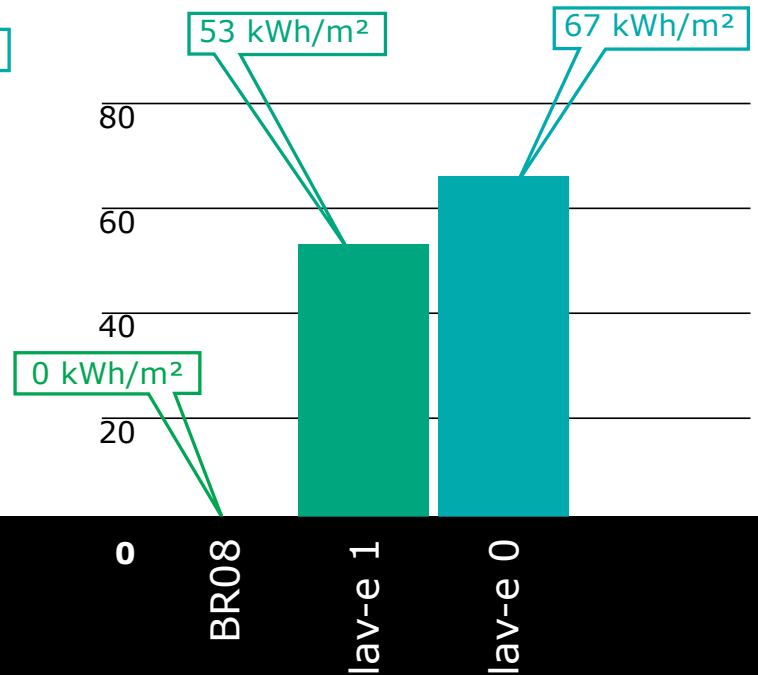
ENERGISPAREPRIS

DE ENERGIBESPARENDE TILTAG VURDERES MHT. ØKONOMI VED BRUG AF ENERGISPAREPRISEN. ENERGISPAREPRISEN ANGIVER HVOR MEGET DET KOSTER AT SPARE 1KWH. DEN ER BEREGNET PÅ BASIS AF ET ANNUITETSLÅN OVER 30 ÅR MED EN REALRENTE PÅ 2,5%. HVIS ENERGISPAREPRISEN FOR ET TILTAG ER MINDRE END DE FORVENTEDE ENERGIPRIS DE NÆSTE 30 ÅR ER TILTAGET ØKONOMISK RENTABELT.

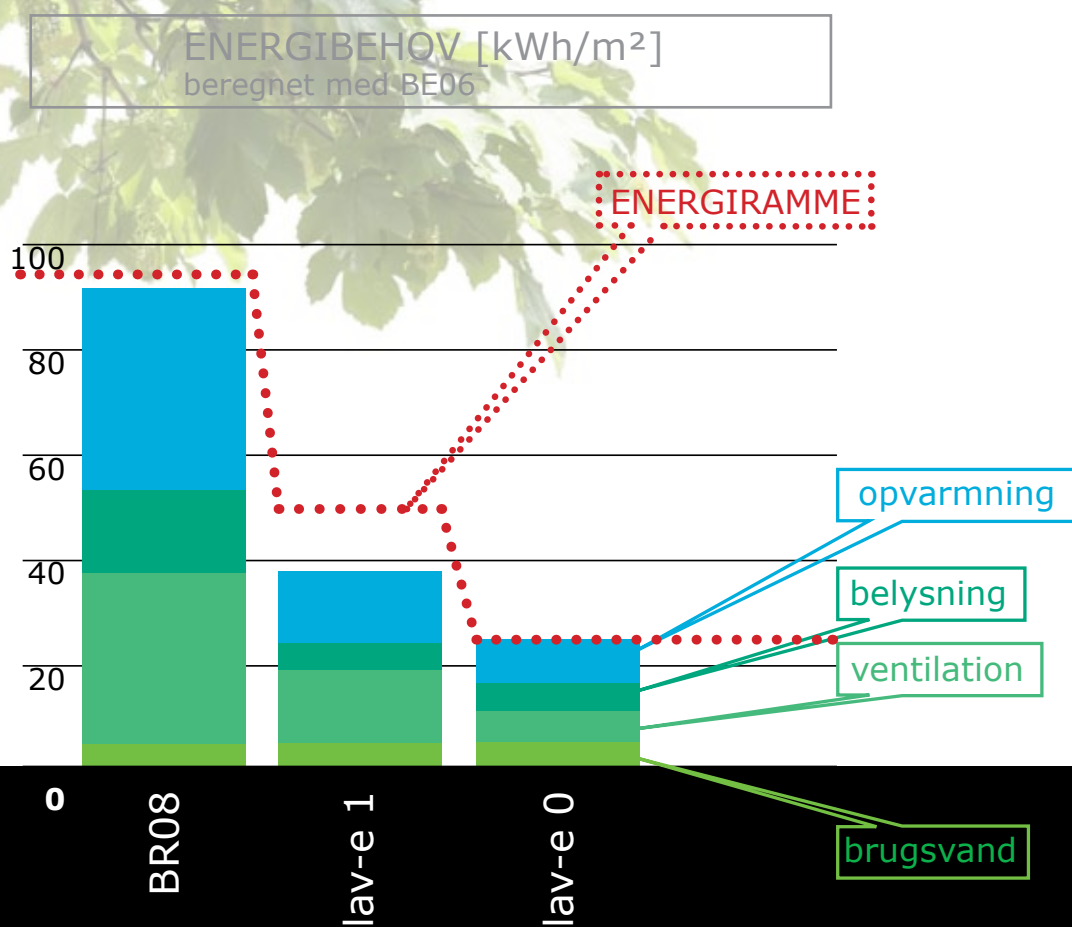
ENERGISPAREPRIS [kr/kWh]

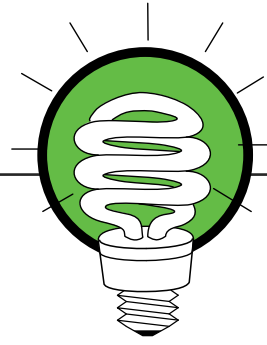


ENERGIBESPARELSE [kWh/m²]



ØKONOMI/RESULTATER





ENERGIKLASSER

BR08

LAVENERGIKLASSE 2 (FRAVALGT)

LAVENERGIKLASSE 1

PASSIV-ENERGIKLASSE 0

95 KWH/M²/ÅR

75 KWH/M²/ÅR

50 KWH/M²/ÅR

25 KWH/M²/ÅR

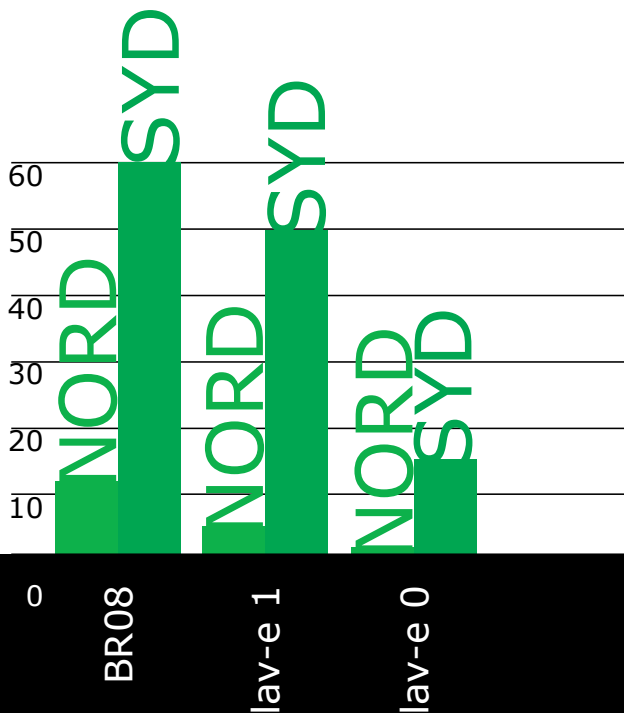
*ALLE BEREGNINGER ER FORETAGET MED HHV. BE06 OG IDBUILD (WWW.IDBUILD.DK)

ENERGISPAREPRIS

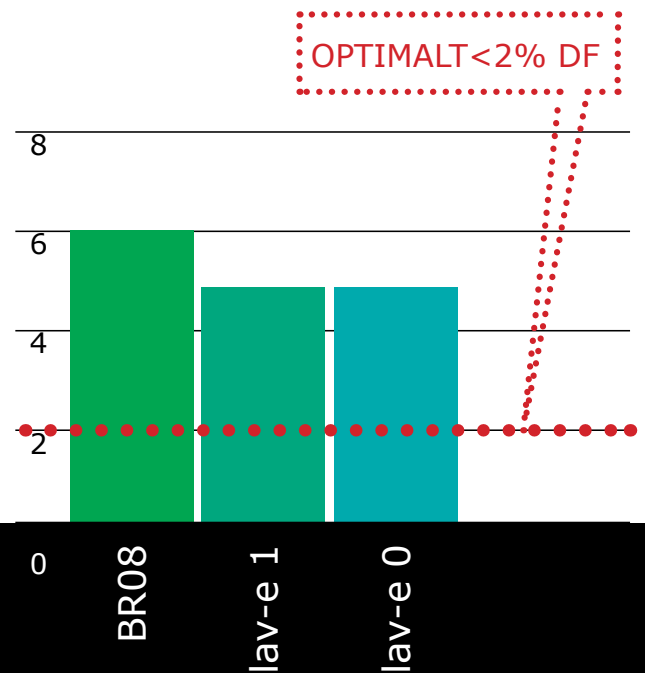
DE ENERGIBESPARENDE TILTAG VURDERES MHT. ØKONOMI VED BRUG AF ENERGISPAREPRISEN. ENERGISPAREPRISEN ANGIVER HVOR MEGET DET KOSTER AT SPARE 1KWH. DEN ER BEREGNET PÅ BASIS AF ET ANNUITETSLÅN OVER 30 ÅR MED EN REALRENTE PÅ 2,5%. HVIS ENERGISPAREPRISEN FOR ET TILTAG ER MINDRE END DE FORVENTEDE ENERGI PRIS DE NÆSTE 30 ÅR ER TILTAGET ØKONOMISK RENTABELT.

OPHOLDSTIMER OVER 26°C

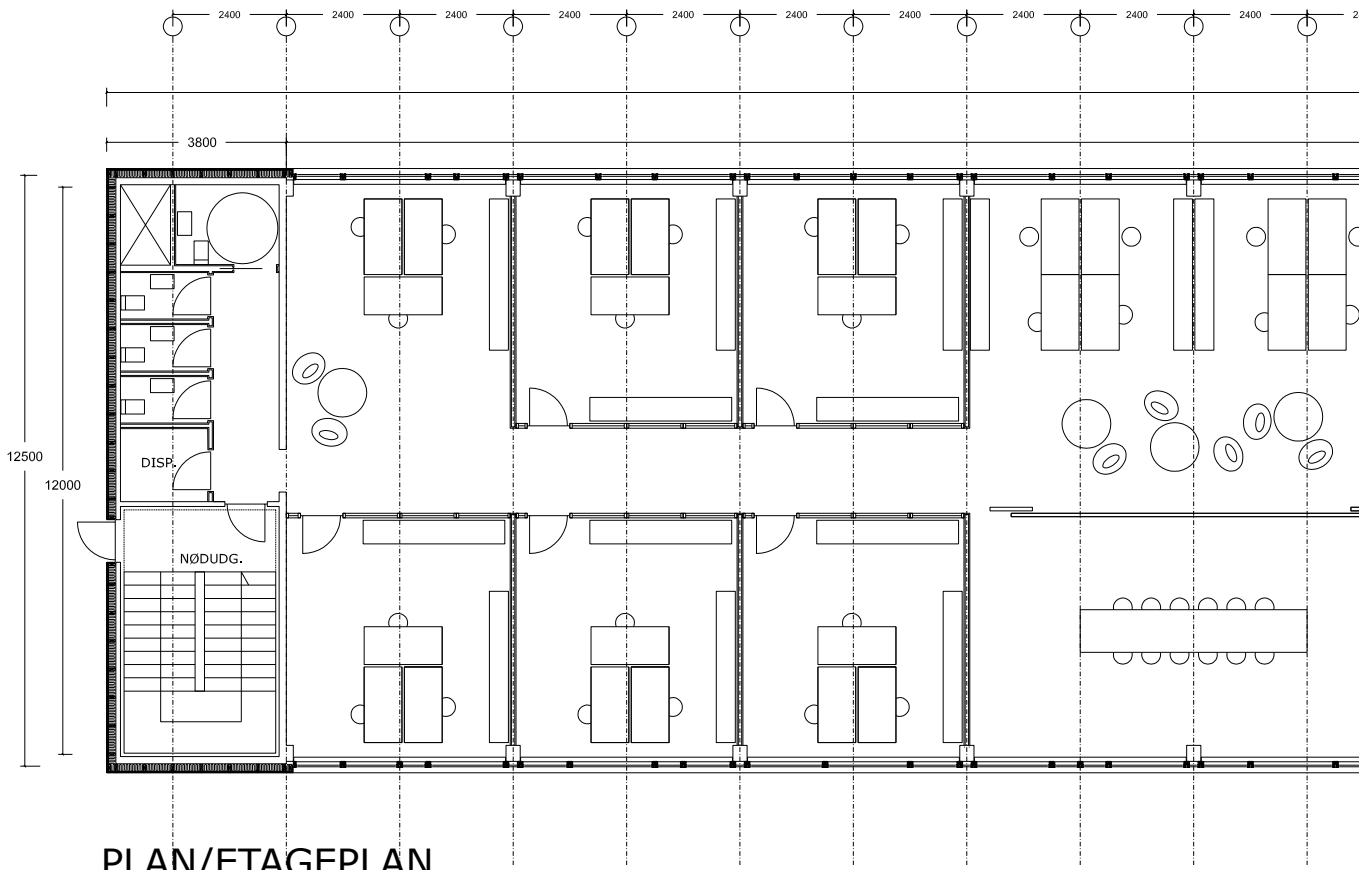
100 TIMER (KRAV DS474)



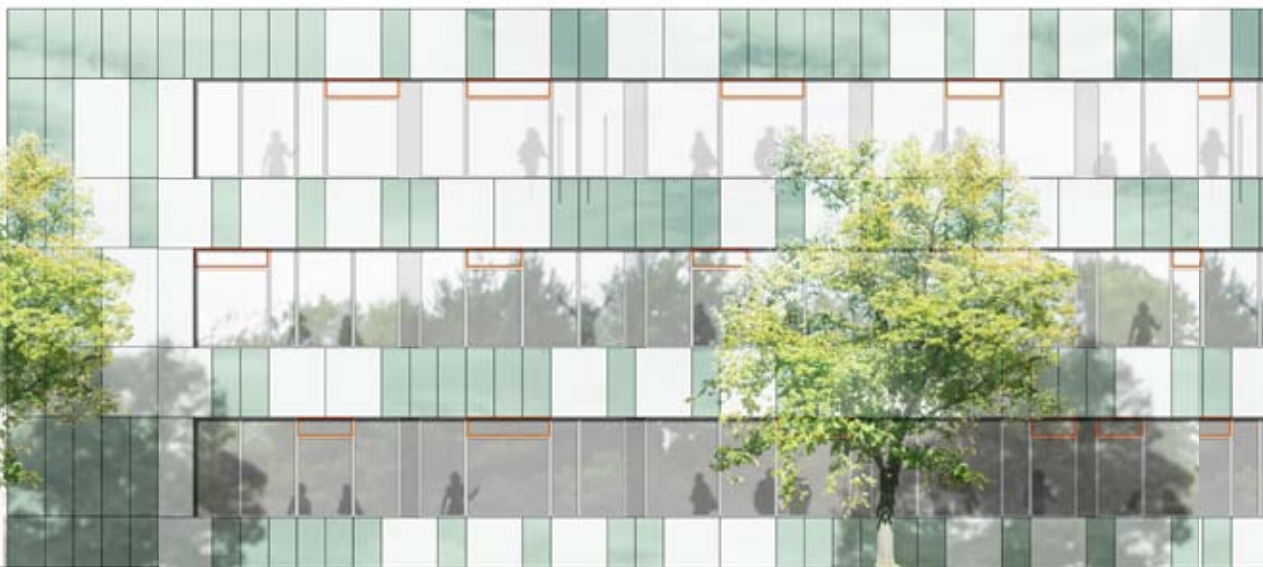
DAGSLYSFAKTOR [%]



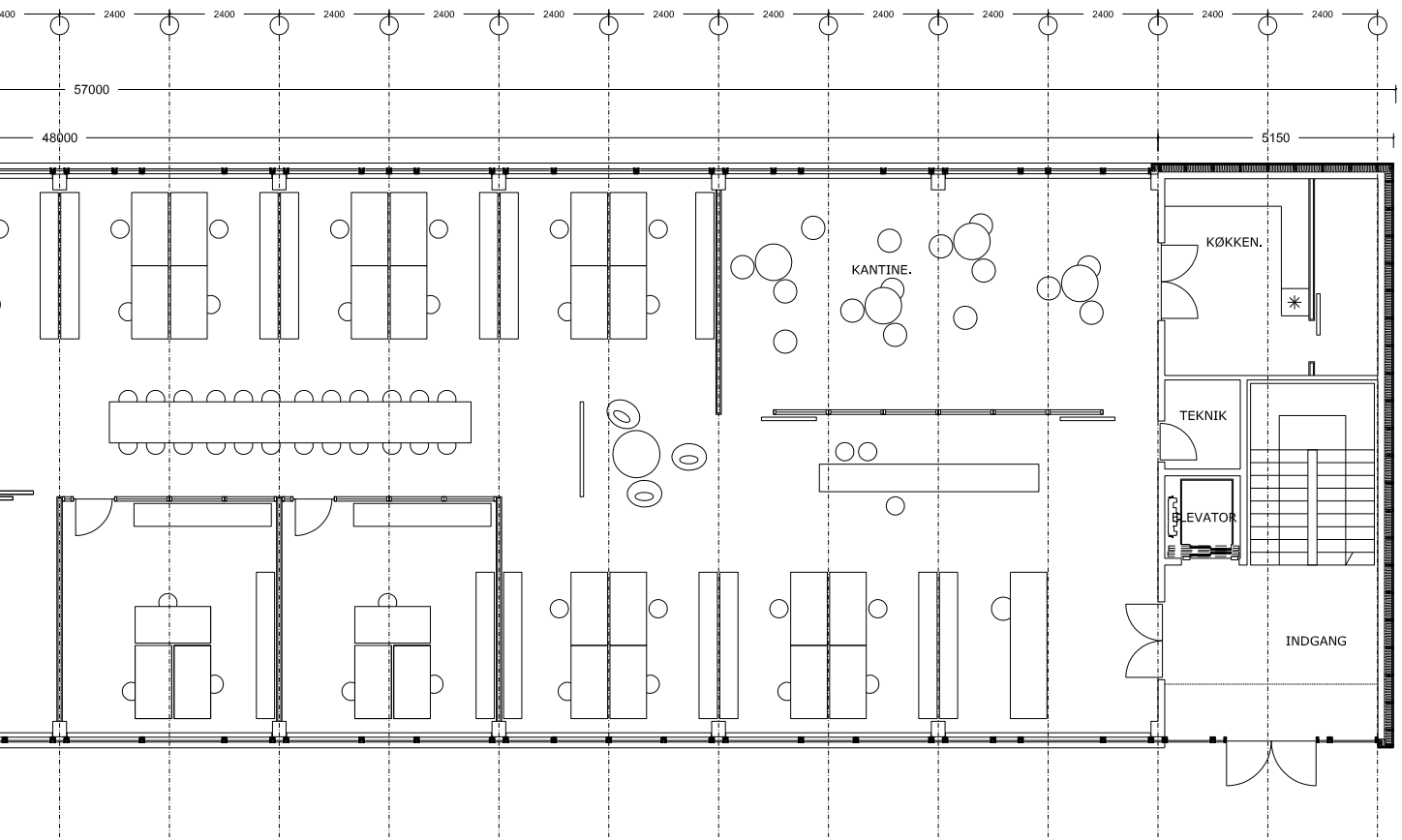
BYGNINGEN



PLAN/ETAGEPLAN

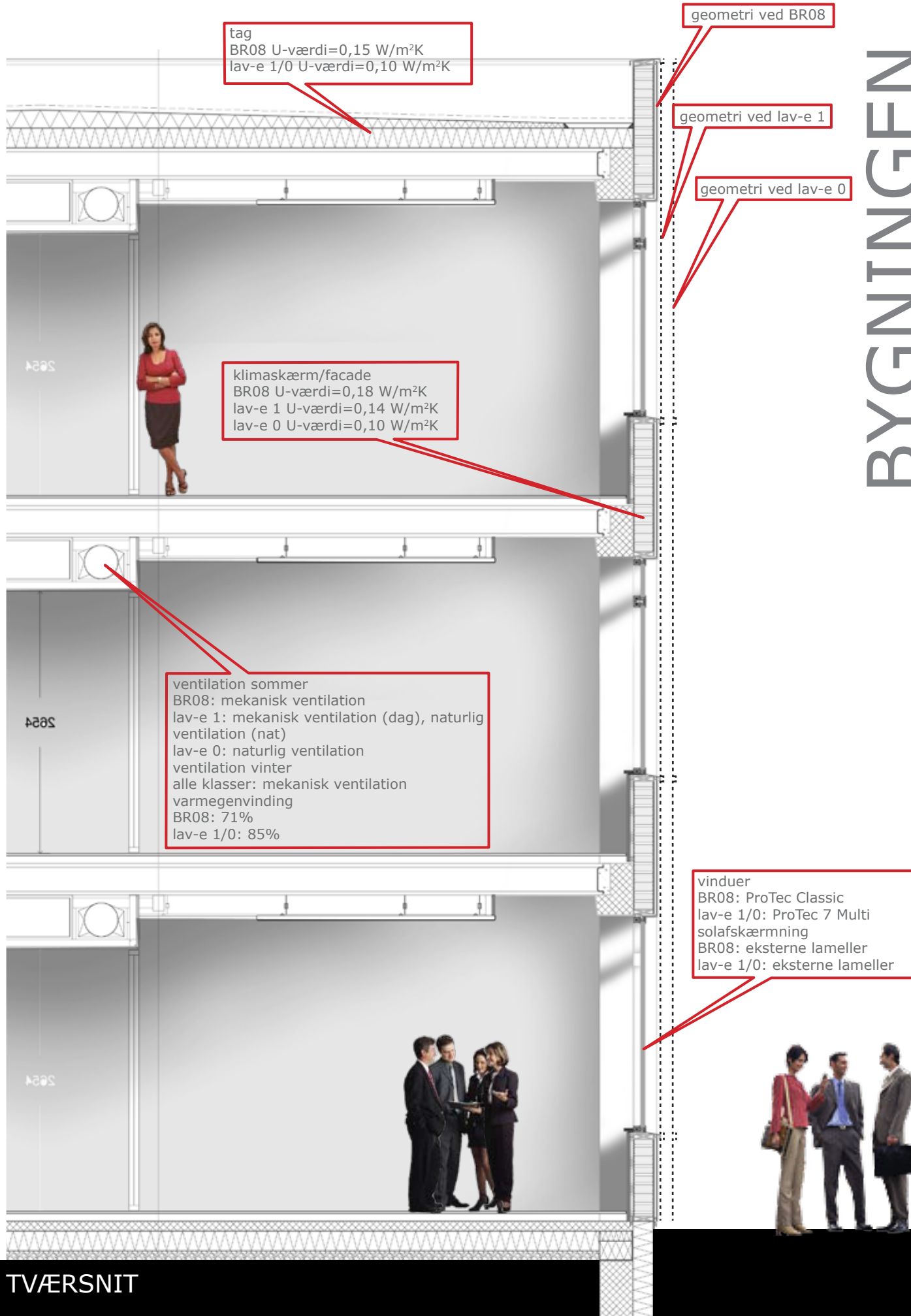


OPSTALT





FACADEUDSNIT



tag
BR08 U-værdi=0,15 W/m²K
lav-e 1/0 U-værdi=0,10 W/m²K

geometri ved BR08

geometri ved lav-e 1

geometri ved lav-e 0

klimaskærm/facade
BR08 U-værdi=0,18 W/m²K
lav-e 1 U-værdi=0,14 W/m²K
lav-e 0 U-værdi=0,10 W/m²K

ventilation sommer
BR08: mekanisk ventilation
lav-e 1: mekanisk ventilation (dag), naturlig ventilation (nat)
lav-e 0: naturlig ventilation
ventilation vinter
alle klasser: mekanisk ventilation
varmegenvinding
BR08: 71%
lav-e 1/0: 85%

vinduer
BR08: ProTec Classic
lav-e 1/0: ProTec 7 Multi
solafskærmning
BR08: eksterne lameller
lav-e 1/0: eksterne lameller

TVÆRSNIT

Processen

På baggrund af udviklingsarbejdet foreslår teamet, at der forud for selve designfasen af en energirigtig bygning skal foretages følgende beslutninger og analyser:

1. Opstil ønsker og krav til byggeriet

- Indeklimaklasser, termisk, atmosfærisk, visuelt og akustisk (EN 15251)
- Energiklasse (Bygningsreglementet)
- Antal arbejdspladser (antal/m²) og muligheder for forskellige indretninger
- Totaløkonomi baseret på anlægs- og driftsudgifter samt levetid (kr./m² år)

2. Fastlæg byggefeltets randbetingelser

- Eksempelvis skyggeforhold, infrastruktur, øvrig bebyggelse, orientering mm.

3. Analyser løsninger for bygningen

- Rumgeometri
- Facade (vinduesgeometri)
- Vinduessystemer (isolering, solafskærmning, lyskontrol)
- Belysningsanlæg (armaturer og styring)
- Ventilation til friskluft og køling
- Termisk masse

...design bygningen

Fordele ved integreret design

Integreret design er en måde at designe bygninger på, hvor der lægges vægt på en høj grad af tværfagligt samarbejde, og hvor alle de centrale aktører i processen lige fra første projekteringsmøde til aflevering er involveret. Fordelene er:

Bedre og billigere løsninger

- de fleste udfordringer kan nemmest, bedst og billigst løses i de tidlige designfaser
- evaluering og korrektion af bygningsdesignet i forhold til veldefinerede målsætninger (f.eks. minimering af energiforbruget)

Mere effektiv proces

- samarbejde i designprocessen gør det nemmere at finde fælles løsninger, som opfylder alle krav.



Gode løsninger

Ved design af bygningen er det en fordel at forstå, hvordan de forskellige designparametre for bygningen påvirker dens egenskaber. Dette er beskrevet kort i det følgende og bør suppleres med resultaterne af analysen af løsningsrum for den konkrete bygning.

Geometri

- Bygningens længde bør vælges, så trapper kan placeres med den maksimale afstand på 50 m mellem flugtveje. Derved minimeres spildareal til adgangsarealer.
- Bygningens bredde og rumhøjden ved de primære arbejdspladser bør vælges så smal, at der er mindst 2% dagslysfaktor på alt areal med arbejdspladser. Dette kan typisk opnås ved forhold mellem bygningsbredden og rumhøjden på under 2. Derved minimeres spildarealet.
- Facaden bør udformes med gennemgående vinduesbånd fra bordhøjde til loft. Derved maksimeres dagslysadgangen, hvilket giver bedre visuelt indeklima og mindre behov for belysning.

Åbninger/vinduer

- Vinduessystemerne bør vælges med optimalt balancerede egenskaber mht. lavt varmetab, højt lys- og solindfald samt dynamisk solafskærmning og lysafskærmning. Det kan opnås ved brug af tre-lags energiruder og smalle højisolerede profiler samt udvendige persienner og indvendige persienner til lyskontrol.
- Solafskærmningen skal forsynes med automatisk styring afhængig af solindfald og indetemperatur. Derved kan der opnås et godt indeklima i form af lyse rum uden overtemperaturer. Samtidig kan energiforbrug til opvarmning, køling og belysning minimeres.

Klimaskærm

- De isolerede klimaskærmskonstruktioner i brystninger, terrændæk og tag bør udformes, så de har en passende høj isolering. Dette kan ske ved at isolere, så U-værdien kommer ned på ca 0.1 W/m²K, og kuldebroer minimeres. Derved mindskes energiforbruget til opvarmning.

Kunstig belysning

- Belysningsanlægget udformes med de bedste belysningskilder og armaturer samt automatiske styringer, som kan regulere belysningen i zoner afhængig af dagslysadgangen og persontilstedeværelse. Dette kan ske ved at vælge lysstofrør i armaturer, så 200 lux kan leveres med mindre end 5 W/m². Desuden skal styringen kunne regulere effekten ned til 3% og styre efter både dagslys og persontilstedeværelse. Derved kan energiforbruget til belysningen mindskes.



Konstruktioner

- Bygningens konstruktioner bør udformes, så der er en passende høj varmelagringskapacitet. Dette kan klares ved at benytte betondæk, som i en stor del af arealet er i varmeudvekslingsmæssig kontakt med rummet under dækket. En del af loftet kan dækkes af akustikloft/ventilationsloft.

Ventilation

- Ventilationsanlægget for komfortventilation bør udformes, så det har høj varmegenvindingsgrad og bypass-funktion til sommerforhold. Desuden bør ventilationsanlægget udformes, så det har minimalt energiforbrug til ventilator. Dette kan opnås ved at afsætte plads nok til ventilationscentraler og kanaler ved den tidligste fastlæggelse af bygningens geometri. Indblæsning igennem porøse loftsplader (akustiklofter) kan minimere tryktab i indblæsningen og gøre det muligt at benytte lave temperaturer uden risiko for træk. Placering i isoleret kasse på tag kan tilgodese pladsbehov samt give gode løsninger mht. ind sugning og afkast. Derved mindskes energiforbruget til ventilation og til opvarmning af bygningen.
- Anlæg for natventilation og udluftning i brugstiden bør udformes, så et passende luftskifte på f.eks. 3 h⁻¹ kan sikres, således at luften kan komme i kontakt med de tunge konstruktioner, der skal dæmpe overtemperaturen i dagtimerne. Dette kan opnås ved brug af automatisk styrede oplukkelige vinduer. Udluftning i brugstiden skal vurderes i forhold til risiko for støj udefra og træk.

Rumopvarmning

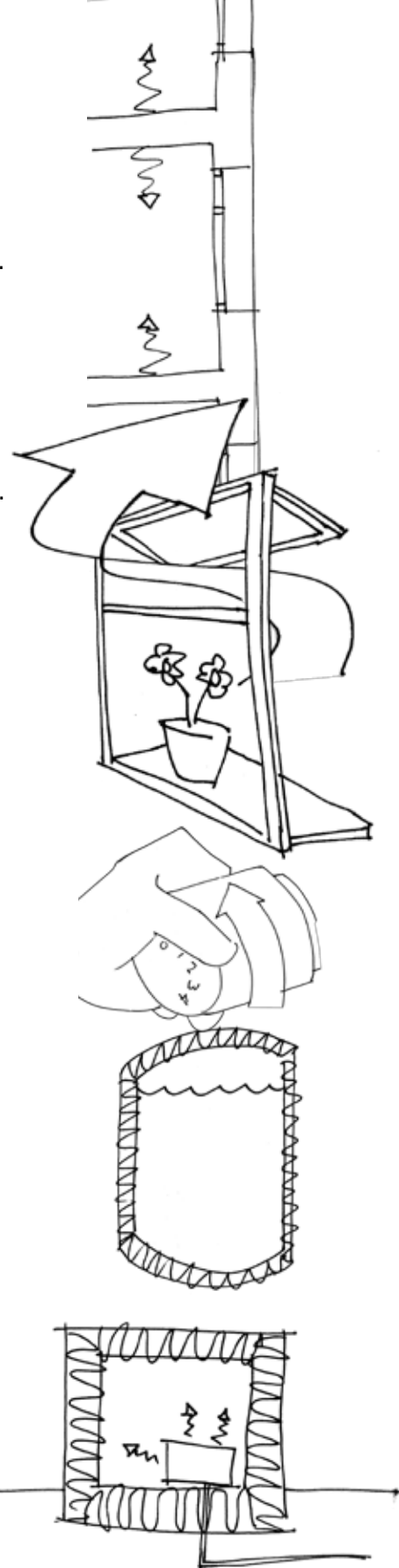
- Varmeanlæg bør udformes, så det kan levere en individuelt styret temperatur på rumniveau og kan genopvarme bygningen på en optimal kort tid. Dette kan realiseres ved anvendelse af radiatorer placeret jævnt fordelt i rummene og forsynet med automatiske termostatventiler, der kan stilles af brugerne lokalt. Fremløbstemperatur og vandcirkulation bør styres centralt i forhold til udeklimaet.

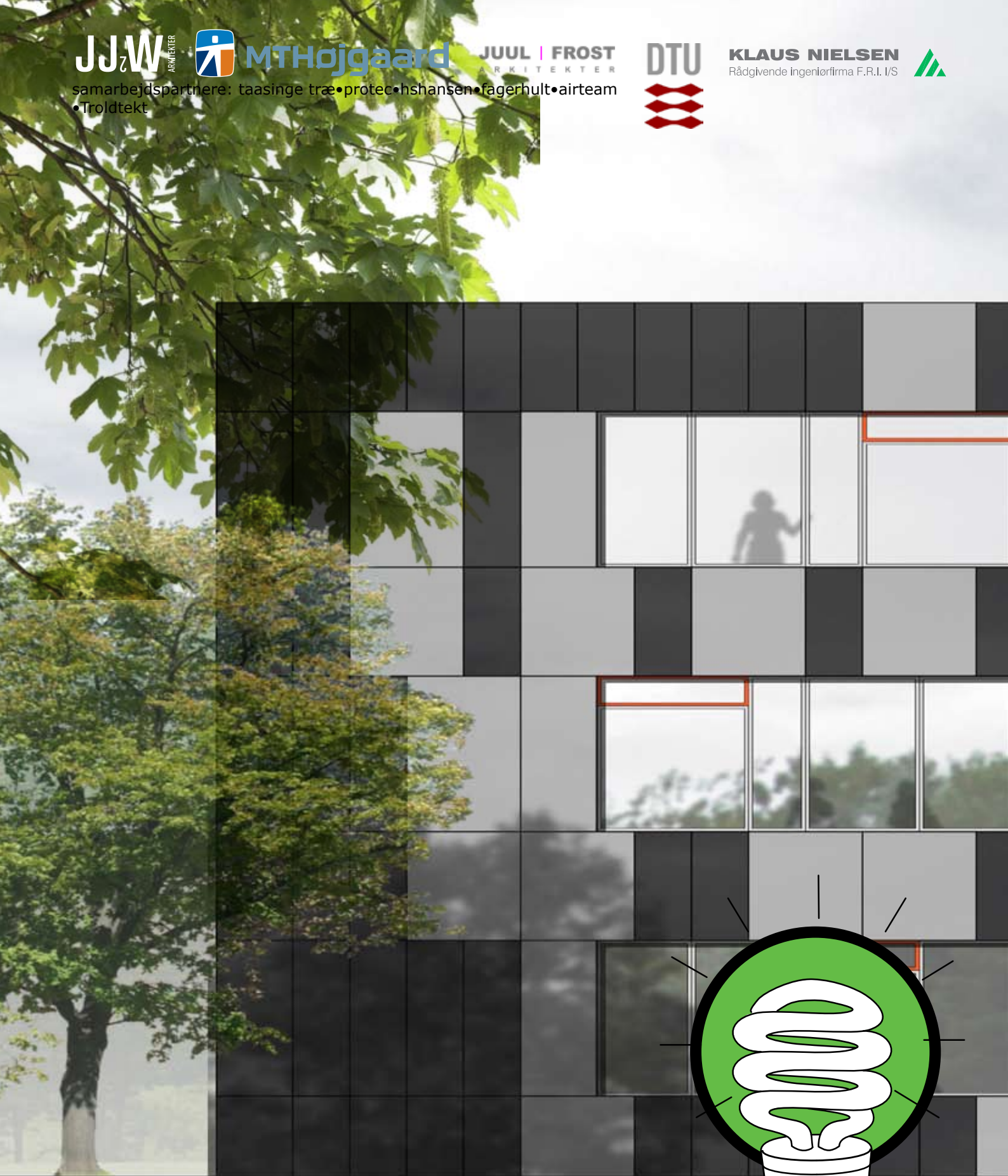
Brugsvand

- Anlæg for varmt brugsvand bør udformes, så det har et minimalt varmetab. Dette kan sikres ved at placere varmtvandsinstallationer tæt på centrale føringsveje. Evt. bør håndvaske med lange forsyningsveje kun forsynes med koldt vand.

Energiforsyning

- Varmeforsyning bør ske på basis af tilslutning til fjernvarme i områder, hvor dette er muligt. Af hensyn til mulighederne for at effektivisere fjernvarmenettet bør husinstallationerne udformes, så der kan nøjes med lavtemperaturfjernvarme på 50°C og sikres en afkøling ned til 20°C. Der bør lægges pres på, at fjernvarmeforsyningen efterhånden baseres på vedvarende energi alene.





SKRU NED FOR ENERGIEN OG OP FOR AMBITIONERNE!

Det kan lade sig gøre og det viser bl.a. de resultater vi her kommer frem med. Et energiklasse 1 kontorbyggeri kan udføres mod 7% meromkostninger i anlægssummen. **Energibesparelserne** til gengæld løber op i **ca. 50%** sammenlignet med et standard byggeri efter BR08.

Processen demonstrerer at det betaler sig med integreret design, når et hold med alle byggeriets parter fra begyndelsen af er samlet om bygningens planlægning og projektering!