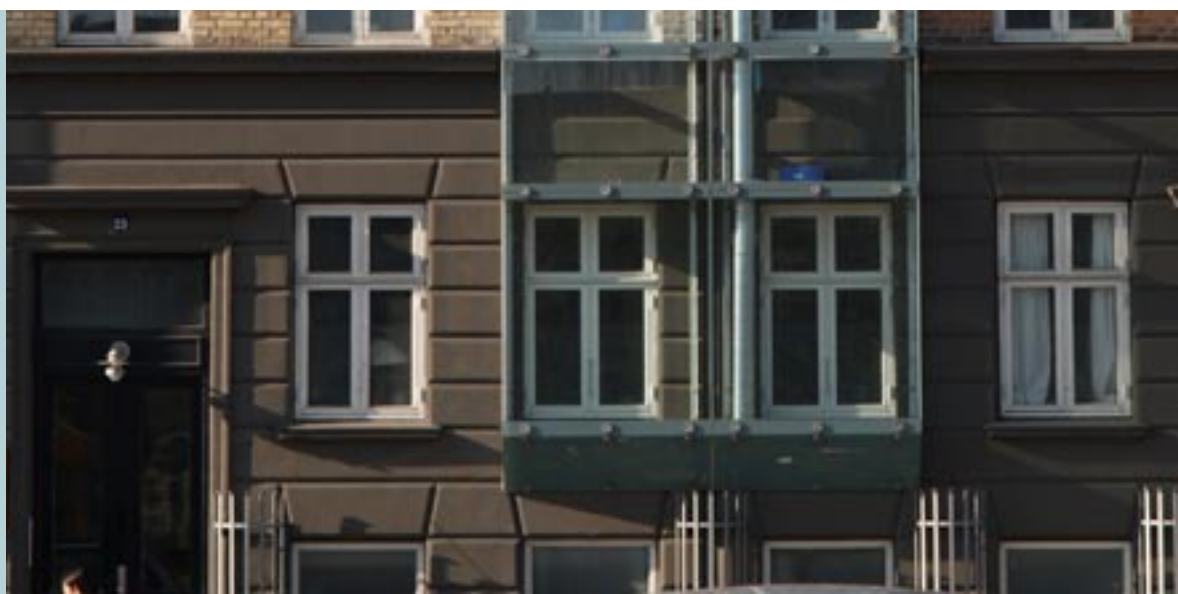




Grøn Støj

Bygningsreovering i støjbelastede boliger



Grøn støj

Rapporten er udgivet af:
Socialministeriet

Rapporten er udarbejdet af:
Anna Højlund Rasmussens Tegnestue
Wissenberg Rådgivende Ingeniører
sbs byfornyelse

Herudover har følgende bidraget med materiale:
Sebastian Aa. Hansen, MT Højgaard a/s
Lasse Bengtsson, Københavns Kommune

Foto og layout: Tegnestuen Jens V. Nielsen
Tryk: From & co
ISBN: 87-7546-334-2

© Socialministeriet, 2005

Rapporten kan rekvireres gratis hos:
Socialministeriet
Lovekspeditionen
Holmens Kanal 22
1060 København K
Telefon 33 92 93 26
Telefontid man-fre 10.30-12.00 og 13.00-15.00

Yderligere materiale om projektet

Bilag 1 - Beboerinterviews
Bilag 2 – Måling af facadens lydisolation
Bilag 3 – Energiteknisk rapport
Bilag 4 - Regnskab

Bilagene kan downloades fra Socialministeriets hjemmeside www.social.dk eller rekvireres hos Byggecentrums Boghandel, telefon 70 12 06 00.

GRØN STØJ

Demonstrationsprojekt Fredensgade 21-25, København



- 2** Sammenfatning
- 4** Ejendommen
- 5** Projektbeskrivelse
- 10** Fra idé til virkelighed
- 13** Beboerreaktioner
- 16** Støj og energimålinger
- 20** Konklusion

SAMMENFATNING

Projekt "Grøn støj" er et nyt integreret koncept for renovering af støjbelastede boliger og bygninger – et koncept, som både giver støjafskærmning, indeklimaforbedring og energibesparelse.

Baggrund

28% af alle danske boliger, svarende til 670.000 boliger ligger i områder, hvor trafikstøjen må betegnes som "generende støj". 10 % er decideret plagede af støjen fra trafikken. Det er en stor sundhedsmæssig belastning for beboerne.

Det er absolut at foretrække, hvis støjproblemer kan løses ved trafikregulering eller en kombineret indsats omkring trafikregulering og bygningsrenovering. Men der findes områder, hvor det ikke er muligt at gennemføre trafikregulering, og hvor de traditionelle løsninger med lydisolerede vinduer og friskluftsventiler ikke løser problemerne med at opnå et acceptabelt indeklima. Her er der behov for at udvikle nye løsninger.

Formål

Målet for projekt "Grøn støj" har været at finde en relativ simpel, ikke pladskrævende, teknisk løsning til støjreduktion og frisklufttilførsel til boligerne. Udgangspunktet for projektet har været at finde en facadeløsning, som er arkitektonisk acceptabel, og som kan bruges facader, hvor der stilles krav til arkitektur og æstetik. Det har endvidere været vigtigt at finde løsninger, der også er energibesparende og miljørigtige og så vidt muligt forhøjer bygningens miljømæssige standard. Endelig er det tilstræbt, at projektet så vidt muligt er sammenstykket af almindeligt kendte komponenter, så det er enkelt at kopiere.

Den valgte løsning – med en glasskakt foran udvalgte vinduespartier på gadefacaden – opfylder alle disse kriterier.

Koncept

Ideen i konceptet er at integrere forskellige nyttevirkninger i én løsning for dermed – i en cost-benefit sammenhæng – at bidrage til at gøre det

økonomisk mere attraktivt at gennemføre støjreducerende foranstaltninger ud mod støjplagede veje og gader. Ved den multifunktionelle nyttevirkning adskiller den her foreslåede løsning sig fra "traditionelle" støjreduktionsløsninger.

Hovedelementerne i projektet er følgende:

- Støjskærm i form af en glasskakt og frisklufttilførsel mod gade.
- Trappesolcelletårn til supplerende strømforsyning til ventilatorer.
- Varmegenvinding.
- Facadegrønt.

Resultater

Resultatet af støjmålingerne viser, at projektet nedbringer støjen i boligerne så meget, at man – på en af de mest befærdede indfaldsveje i København – kan reducere støjen til BR95-niveauet på 30 dB.

Glasskakten er hensynsfuld overfor husets oprindelige arkitektur, men tilfører alligevel huset et ydre symbol på den fornyelse, der har fundet sted. Beboerne kan få frisk luft ved at åbne vinduet, og glasskakten bidrager med passiv solvarme, når solen skinner. Pollenfiltre i luftindtaget fra glasskakten bag radiatorerne hjælper allergikere til et bedre indeklima. Herudover er der arbejdet med solceller, varmegenindvinding af ventilationsluft og facadegrønt.

Glasskakten betyder, at beboerne ikke behøver at ændre adfærd. Når man vil have frisk luft, åbner man for vinduet – som man har gjort i generationer. Luften i glasskakten kommer fra gården, hvor den er friskere end på gaden. Helt uventet har glasskakten også en kriminalpræventiv effekt for beboerne i de nederste etager i ejendommen.

"Grøn støj" er dermed et positivt alternativ til støjbekæmpelse i områder, hvor det ikke kan lade sig gøre at nedbringe trafikken, eller hvor det af andre grunde er nødvendigt at løse støjproblemer ved hjælp af bygningsrenovering.



EJENDOMMEN

Ejendommens historie

Ældre bygninger bevarer deres sjæl og charme, også selv om de gennemgår større renoveringer og ombygninger. Bygningen tilføres alle moderne faciliteter, men fornemmelsen af at man bor i en ejendom fra århundredeskiftet er altid nærværende i kraft af tidens tand, der tydeligt ses i de skæve gulve og vægge. Dette er charmen, der gør at mange ønsker at bo i Københavns ældre bygninger.

Ejendommen Fredensgade 21- 25 er en femtens-fags beboelsesejendom opført i 1882 i 4 etager med tagetage. Taget er udført som saddeltag med en 45 graders hældning. Tagbelægningen er skifer. Det samlede boligareal er 1.545m² samt 78m² erhverv. Overfacaden fremtræder i blank rød mur adskilt af blank gul mur i nr. 23 med tofags dannebrogsvinduer. I tagetagen er der seks trefags kviste. Mellem 3. og 4. sal er der et bredt pudset og profileret gesimsbånd. Det er der ligeledes mellem stuen og 1. sal. Underfacaden fremstår i kvaderfugtet puds. Der er butiksk-

indretning i høj kælder. Fra gaden er der tre dobbeltdøre til hovedtrapperne samt to udvendige til trapper til kælder. Den ene fører direkte til kælderrum, mens den anden fører til en gennemgang, der fører til gården.

Ejendommens ombygning

Ved ombygningen 2001 / 2002 er der foretaget lejlighedssammenlægning fra de oprindelige 36 boliger til 23 boliger. Herudover er der gennemført følgende foranstaltninger:

- Installation af central- og fjernvarme.
- Etablering af wc / badeværelse
- Nyt køkken
- Nyt koldt og varmtvandsanlæg, samt nye afløb, kloak m.m.
- Energibesparende foranstaltninger
- Isolering af kælder og tag.
- Renovering af tag, facader, vinduer, trapper m.v.
- Etablering af franske altaner mod gård
- Nyt ventilationsanlæg
- Renovering/supplering af el/svagstrøm



PROJEKTBEKRIVELSE

Det primære formål med projektet er at minimere støjen, forbedre luftkvaliteten i boligerne og spare energi til opvarmning og ventilation.

For ikke at indføre komplicerede og pladskrævende teknikker er der prioriteret en relativ simpel teknisk løsning til frisklufttilførslen til boligerne. Endvidere er der lagt vægt på, at beboerne skal kunne udlufte boligens rum mod gaden som hidtil, dvs. lukke vindue eller friskluftventil op, men uden de nuværende støj- og emissionsproblemer. Denne "selvforvaltning" er vigtig, fordi beboerne så ikke behøver at omlægge deres vaner og fornemmelsesmæssigt opnår det samme.

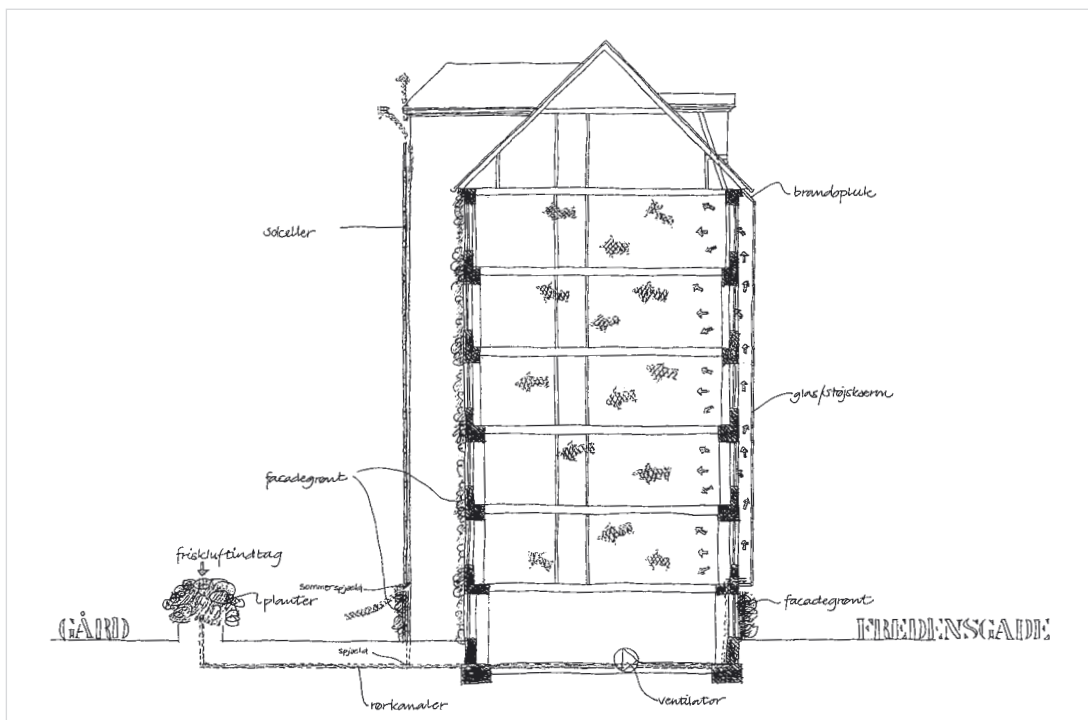
De fire hovedelementer i projektet er:

- Støjskærm (glasskakt) og frisklufttilførelse mod gaden
- Trappesolcelletårn til supplerede strømforsyning til ventilatorer
- Varmegenvinding fra udsugningsluften fra køkkener og badeværelser
- Facadegrønt.

Støjskærm (glasskakt) og friskluft mod gade

På udvalgte vinduespartier mod gaden etableres en lukket glasskakt, som sikrer mod trafikstøj. Den friske luft fås fra et luftindtag mod gård, hvor luftkvaliteten er rimelig god. Gennem et luftindtag placeret diskret i gården, ledes friskluften via rørkanaler af plast i jord til kælder og herfra i isolerede rør til ovennævnte glasskakt. En ventilator, hvis drift suppleres med strøm fra solcellepaneler på trappetårne sørger for en stabil tilførsel af friskluft. Formålet med at lede luften gennem rørkanaler i jord er at temperere luften, der blæses ind i glassakterne. Om sommeren når luften er varm, køles luften på sin vej gennem jordkanalerne og om vinteren opvarmes den tilsvarende.

Luftindtag til boligernes rum bag glassakten kan ske via lyd-dæmpende friskluftventiler med vaskbart allergenfilter bag radiatorer eller ved at åbne et vindue. Redningsåbning sker fra boligens øvrige vinduespartier mod gaden, som ikke er forsynet med en glasskakt. Her er etableret almindelige lyd-isolerende vinduer.





Trappe-solcelletårn

På det midterste trappetårn mod gården placeres solcellepaneler, grupperet så der opnås en arkitektonisk høj kvalitet. Solcellepanelerne nettilsluttes, og den producerede strøm reducerer miljøbelastningen generelt og kompenserer for strømforbruget til ventilatordrift.

Facadegrønt

Facaden mod gården beplantes som et led i gårdens grønne omlægning. Fordelene ved facadebeplantning er følgende:

- Beskytter facaden
- Er støvbindende
- Er akustikforbedrende
- Producerer ilt
- Energibesparende
- Sikrer mod graffiti.

Varmegenvinding fra udsugningsluften fra køkkener og badeværelser

Med henblik på at genvinde noget af den varmeenergi, der er indeholdt i afkastluften fra det centrale kontroludsugningsanlæg, er der installeret et varmegenvindingsanlæg bestående af en høj-effektiv krydsvarmeveksler og ventilatorer. Anlægget fungerer på den måde, at en delstrøm af afkastluften ledes gennem varmeveksleren, hvor den afgiver sin energi. Energien overføres til en luftstrøm, der tages fra det fri og føres til kælderen. Herved overføres energien til bygningen, indeklimaet i kælderen forbedres og den opvarmede og tørre luft sikrer mod råd og svamp.

Konstruktionen af glasskakten

Glasskakten er udført i 6 mm hærdet glas, der er lagt i aluminiumsprofiler med en afstand til facade på ca. 60 cm.

MT Højgaard forestod detailprojekteringen af selve glaspåbygningen sammen med producenten, hvor følgende problemstillinger blev opstillet:

- Ønske om kun ét stykke glas mellem etagerne (fra Plan og Arkitektur)
- Brandsektionering mellem hver etage



- Montage af "friskluftrør" - lodret stående ventilationsrør
- Tilpasning af ophæng til eksisterende bygning
- Synligt stål "ophæng" samt fuger.

Ønsket om kun ét stykke glas mellem etagerne ville kun kunne lade sig gøre ved at dimensionere ophænget samt selve glasset i dimensioner, som ville få helheden i projektet til at ændre sig fra en diskret påbygning på den eksisterende bygning til en regulær påbygning, som ville præge gadebilledet i en grad som ikke var ønskelig. Der blev derfor i samråd med rådgiver og Plan og Arkitektur lavet om på projektet således, at der på hver etage blev en samling over vinduerne samt en samling under vinduerne. Dette gav projektet mulighed for at dimensionere glas og ophæng således, at det kunne bære de økonomiske samt de arkitektoniske krav om at glasset skulle falde naturligt ind i gadebilledet.

Der lå et krav om brandsektionering mellem hver etage således, at den eksisterende vandrette brandsektionering mellem etagerne skulle føres ud i glasskakterne. Valget om at dele glasset over og under hvert vindue gjorde det muligt at lave brandsektionering over hvert vindue uden at det ville få indflydelse på de arkitektoniske krav. Over hvert vindue blev der projekteret en præfabrikeret stålkasse, der var tilpasset ophænget til glasset, som var udformet som et vinkelprofil, hvori kassetten kunne lægges og derefter fuges. Selve kassetten blev opbygget af et stålskelet med isolering imellem og afsluttet med en påsvejet stålplade som top og bundplade.

Kravet om brandsektionering for ventilationsrøret, "friskluftrøret" blev løst ved at bygge/svejse brandspjæld og selve stålkassetten sammen. Ved montage af glasset blev selve røret monteret i takt med glasset samt fuget.



Hele bygningen blev målt op af en landmåler, som kunne konstatere, at bygningen faldt op til 100 mm vandret og op til 50 mm lodret, hvilket der blev taget højde for i projekteringen samt i montagen af glasset samt ophænget.

De enkelte glaspartier blev placeret i forhold til det skrående gadeplan således, at de blev placeret forskudt for hinanden, så de fulgte den skrående linje. Lodret blev der taget udgangspunkt i krumningen af facaden som den mindste fuge, og ved taget og gadeplan kom de største fuger. Selve fugen mellem ophænget og facaden blev opbygget med polystyren, hvor der på den indvendige side blev fuget og udvendigt blev opbygget en mørtelfuge fra facaden og indtil 12 mm fra ophænget, som så blev fuget med en elastisk fuge for at kunne optage bevægelserne i stålet / ophænget.

Glasset blev monteret uden på ophænget med "grisetryner". Mellem alle lodrette glas blev der fuget med en klar fuge, så samlinger syner af så lidt som overhoved muligt. Ud for hver brandsektionering samt de vandrette samlinger over alle vinduer, ville ophænget samt de indvendige fuger kunne ses i gennem glasset, hvilket ikke var ønskeligt. Alle vandrette samlinger mellem glassene blev derfor udført med silketryk i en grålig tone der skjulte ophænget samt de indvendige fuger af stålkassetterne.

Rengøringen forestås af ejendommens driftspersonale. Der vil kunne opnås en besparelse af vedligeholdelsen af eksisterende vinduer og facade bag glassakterne.

Tilslutningerne imellem glas og profilsystem skal være tætte for effektivt at kunne dæmpe trafikstøjen. Der er kalkuleret en lydisolations på ca. 28-29 dB fra glasset i glassakten (8 dB opfattes som en halvering/fordobling af lydindtrykket). De lydisolerede friskluftventiler bag radiatorer dæmper ca. 30 dB. De eksisterende lydvinduer dæmper ca. 25-30 dB.

FRA IDÉ TIL VIRKELIGHED

I forbindelse med videreudviklingen / projektering af forsøgsprojektet blev der nedsat en følge-gruppe, bestående af:

- Lisbeth Pepke, Socialministeriet
- Lasse Bengtsson, Københavns Kommune, Plan og Arkitektur
- Inge Vestergaard, Århus Arkitektskole
- Max Kjellerup, Wissenberg Rådgivende Ingeniører
- Ole Lund, Wissenberg Rådgivende Ingeniører
- Anna Højlund Rasmussen, AHR Arkitekter
- Kirsten Dohn, sbs
- Elsebeth Terkelsen, sbs

Følgegruppens primære funktion var at belyse æstetikken omkring "glasskakterien". Som oplæg til debatten i følgegruppen udarbejdede AHR Arkitekter et idékatalog med eksempler på glastilbygninger på ældre etage-ejendomme i ind- og udland.

Æstetisk udformning

Uden hensynstagen til eventuelle myndigheds-krav var der bred enighed om følgende hovedan-skuelser:

- Det er vigtigt at støjskærmen signalerer støjskærm og ikke udestue eller noget andet.
- Det er vigtigt at bunden ikke er en flad kasse, men afsluttes – fx med en smig i bunden.
- Glasskærmen skal være sin egen, - den skal opleves som en skærm der er uden på den eksisterende facade.

Herudover blev der fra følgegruppen peget på følgende:

- Undgå fremmed materialevalg
- Løsningen skal være tidssvarende
- Farveskala der passer til den eksisterende facade (ikke hvid, mere gråskala)
- Selve skærmen må gerne være som en præcis kasse, ikke som en traditionel københavner karnap
- Arbejde med profilering som not og fer i bred forstand idet dette vil være med til at "slanke" helhedsindtrykket

- Løsningen skal kunne anvendes på andre ejendomme end Fredensgade
- Eksisterende facade skal bibeholdes også hvor den ligger bag den nye støjskærm
- Det er vigtigt at bunden ikke er en flad kasse, men knækker til en smig i bunden
- Bunden skal kunne åbne for almindelig rengøring og måske ligefrem korrespondere med røgventilationen i toppen for at øge skorstensvirkningen

Overordnet udtryk:

- Lethed
- Selvstændigt, nutidsorienteret udtryk uden at den eksisterende bygning mister sin karakter.

Detaljer:

- Smalle dybe sprosser
- Farve tilpasset eks. bygning
- Mørkt udtryk, frem for lyst – spejling
- Hensynstagen til facadens vandrette bånd / udsmykning.

Tegnestuen udarbejdede herefter et idéoplæg, der skulle passe til den ønskede profil:

Facadens færdige udtryk er en ren glasfront, båret af en bagvedliggende stålkonstruktion. Glassets spejleffekt gør den bagvedliggende konstruktion meget diskret, næsten usynlig.

Anbefalingen omkring bevarelse af den eksisterende bygnings udtryk er opfyldt, samtidig med at glassakterne fremstår som en ny, let og gen-nemsigtig bygningsdel.

Myndighedskrav

I projektets oprindelige idéoplæg skulle der i etageadskillelserne monteres gitterriste, så friskluften kunne passere. I hver etage skulle der monteres et aftageligt opluk i glasskaktens 3 flader til brug for rengøringen af glasset.

Bygningens anvendelse til beboelse medførte et krav om BS-60 etagedæk i glasskaktene imellem





hver enkelt etage/bolig. Enhver form for mekanisk løsning til alarmering ved røgudvikling kan ikke godkendes i bygninger indeholdende boliger, men kan fint lade sig gøre i bygninger indeholdende erhverv. Glasskaktenes skorstensvirkning er i denne sammenhæng en ulempe.

Problemet omkring friskluftsstrømningen er løst ved etablering af kanaler/rør imellem etagerne, der blæser den ønskede friske luft fra gården op i kanalerne.

For at minimere tykkelse af BS-60 etagedækkene mellem etagerne er disse udført i stål med komprimeret isolering, således at der er opnået en samlet tykkelse på 100 mm.

Etablering af etagedæk mellem etagerne i glassakterne har taget noget af den ønskede lethed og gennemsigtighed. Etagedækkene er placeret i skjul bag sprosserne, der følger facadens gesimsbånd i en afstand fra vinduerne, der ikke muliggør opbevaring af diverse effekter, såsom ølkasser, gamle urtepotter o.a.

Plan & Arkitektur i Københavns kommune har generelt et ønske om at reducere trafikstøj, frem for at gennemføre støjdæpende foranstaltninger på bygninger. Men da det ikke altid er muligt, har kommunen støttet gennemførelsen af projektet "Grøn støj" for derigennem at afprøve en alternativ mulighed for bygningsmæssig støjbekæmpelse.

Plan & Arkitektur har haft stor indflydelse på udformningen af glassakten – primært som følge af nødvendige brandsikringsforanstaltninger. Men Plan & Arkitektur finder alligevel, at "konceptet er en flot løsning" på den pågældende ejendom. Der er dog enkelte forhold, som bør ændres i efterfølgende projekter – såsom brandskots, simple løsninger til stuen m.v. Det kan evt. også bringe omkostningerne ned. Det har været en relativt dyr løsning.

BEBOERREAKTIONER

I forbindelse med beboernes indflytning, blev der af analysefirmaet Research International gennemført en interviewrunde med de beboere, der også boede i ejendommen Fredensgade 21-25 før renoveringen. Beboerne i ejendommen har været involveret i forsøget fra idéfasen og har været meget engagerede.

Forsøgsprojektet er iværksat ud fra en målsætning om at opnå det bedst mulige indeklima. Det har været vigtigt at give beboerne oplevelsen af, at det er muligt at åbne vinduerne og at få ren frisk luft og gennemtræk i lejlighederne, hvilket ikke tidligere har været muligt. Det er nu muligt, hvilket beboerne benytter sig af dagligt og udtrykker begejstring for.

Beboerundersøgelsen viser en ikke tilsigtet positiv følge, nemlig at skakten giver en tryghedsfølelse overfor indbrud og lignende, især for beboerne i stuen og på 1. sal.

Opsætning af pollenfilter har en mærkbar effekt på ejendommens allergiske beboere, der mærker en forbedring af ejendommens indeklima.

Glasskakten

Glasskakten skaber stor positiv opmærksomhed fra forbigående, hvilket er en helt ny og rar oplevelse for beboerne. Hvor de før boede i noget, de selv beskriver som "tilnærmelsesvis slum", er deres hus noget folk lægger mærke til og spørger interesseret til. Det er med til at give en god følelse og glæde ved at bo i huset.

Glasskakten fungerer stort set fint. Den tager ikke lys og den er en glimrende afskærmning mod støjen fra gaden. Det, der før var nærmest utænkeligt, nemlig at åbne vinduerne mod gaden, er nu en helt naturlig ting. Flere har haft vinduerne åbne hele sommeren, og de har nydt at det kunne lade sig gøre.

Det er især de beboere, der bor lavt i ejendommen, der mærker at luften i glasskakten er frisk,



mens de der bor højere oppe ikke har den samme friskhedsoplevelse. Alle mærker tydeligt, at glasskakten skærmer effektivt mod støj og snavs fra luften. En enkelt har begrænset glæde af den, idet det andet vindue i stuen ikke er tilstrækkeligt tæt pga. manglende lister og hasper.

Flere har konstateret, at glasskakten bærer lyden fra lejligheden neden under med sig. Dvs. at man kan følge med i underboens samtaler, hvis man selv står henne ved det åbne vindue, og underboen også har deres vindue åbent. Dette skulle



nu være begrænset af en tætning omkring aluminiumsrøret. Lydbroen omtaltes dog ikke som et problem, men snarere som en pudsighed.

Flere udtrykker lidt betænkelighed ved, hvordan skaktens glas skal holdes rent og er i tvivl om, hvem der skal stå for denne renholdelse. Det er undersøgt i den indledende fase af projektet og er ejerens ansvar i forbindelse med den udvendige vedligeholdelse. Den indvendige står lejerne for.

Ingen har opfattet, at der er et indsugningshul med pollenfilter under vinduet i glasskakten. Når vi fortæller om det og dets funktion, vækker det begejstring. Flere kommer i den forbindelse i tanke om, at de ikke har haft allergi i sommer, og finder at forklaringen er det nye filtersystem.

Solcellerne på facaden i gården

Solcellerne roses for at være smukke og dekorative, og man er spændt på i hvilket omfang, de vil give fordele. Alle kan tilslutte sig tanken om at have cellerne, men få har forstået bare nogenlunde hvordan det fungerer.

Ventilation og varmegenindvinding

Flere beskriver spontant, at indeklimaet er blevet langt bedre og nu er rigtig behageligt, hvor det før virkede klamt og usundt. Alle har forstået og kan mærke, at der er konstant udsugning i køkken og bad, og de tilskriver da også dette sug, kombineret med luften de får gennem de åbne vinduer i karnappen, det bedre klima. Nogen føler sig generet af lyden, som forekommer forskellig fra lejlighed til lejlighed. Ingen har forstået, at den varme der genindvindes fra køkken og bad bruges til at holde kælderens tør og behagelig, men forklaringen vækker begejstring.

Facade grønt

Facadegrønt mod gården er endnu ikke etableret, men imødeses med forventningens glæde. Alle er enige om, at grønt er rart og pænt og med til at gøre huset og gården til et rart sted at være.



Mere om beboerundersøgelse

Resultat af beboerundersøgelsen kan ses i sin helhed i:

Bilag 1 – Beboerinterviews

Bilaget er tilgængeligt på netadresserne www.social.dk og www.sbsby.dk.

STØJ- OG ENERGIMÅLINGER



Det primære formål med ”Grøn støj”-projektet er at minimere støjen, forbedre luftkvaliteten i boligerne og spare energi til opvarmning og ventilation. For at vurdere, om disse mål er nået, har Novo Nordisk Engineering A/S i samarbejde med Wissenberg Rådgivende Ingeniørfirma gennemført en række målinger af støjforholdene og de energitekniske forhold.

Generelt er der, som beskrevet i indledningen, opnået en væsentlig støjreduktion – så BR95 kravet om 30 dB kan overholdes.

Glasskakterne bidrager med passiv solvarme, der svarer til 4,4 MWh pr. år. Det er lidt mindre end beregnet, men kan betragtes som en sidegevinst.

Jordkanalerne giver en god opvarmning af udeluften i de kolde vintermåneder og omvendt en god nedkøling i de varme sommermåneder. På den koldeste dag i måleåret var der en difference på udeluften og luften i glasskakten på 7 grader.

Solcellerne bidrager med ca. 58 % af elforbruget til ventilatoren, der fører friskluft til glasskakterne.

Nedenfor uddybes de enkelte elementer.

Støjreduktion ved etablering af glasskakter

I henhold til Bygningsreglementet 1995 skal der ved bebyggelser langs veje, hvor trafikstøjen er højere end 55 dB, isoleres så det indendørs støjniveau i beboelsesrum ikke overstiger 30 dB.

Der er gennemført to målinger af støjforholdene – henholdsvis den 3.9.2001 og 8.8.2002 – det vil sige før og efter monteringen af glasskakterne. Begge målinger er gennemført i to lejligheder i stuen og på 2. sal og med henholdsvis lukkede vinduer og et lille vindue åbent.

Konklusionen på målingerne er, at facadens lyd-isolerende egenskaber i stueetagen er forbedret

Mere om måleresultater

Projektets støj- og energimålinger kan ses i deres helhed i:

Bilag 2 – Måling af facadens lydisolations

Bilag 3 – Energiteknisk rapport

Bilagene er tilgængelige på netadresserne www.social.dk og www.sbsby.dk.

med 11 dB, når vinduerne er lukkede og med 17 dB, når vinduet bag glasskakten er åbent. På 2. sal er facadens lydisolerende egenskaber forbedret med 7 dB, når vinduerne er lukkede, og 15 dB, når vinduet bag glasskakten er åbent.

De døgnkvivalente lydtryksniveauer i beboelsesrummene med lukkede vinduer blev efter påmonteringen af glasskakterne målt til 30 dB i begge lejligheder og overholder dermed Bygningsreglementets bestemmelser.

Varmebesparelse ved etablering af glasskakter

Varmebesparelserne ved etablering af glasskakterne er en kombination af følgende elementer:

- Passiv solvarme
- Den glasinddækkede del af facaden isoleres med et ekstra lag glas.
- Der finder en forvarmning sted, når kold udeluft passerer rørkanalerne i jorden.

Det er vanskeligt teoretisk at bestemme de enkelte elementers bidrag til besparelserne. Men der er udført målinger af udetemperatur, temperatur i glasskakter og indblæsningstemperatur til glasskakter. Disse målinger udgør baggrunden for beregning af den energibesparelse, der kan opnås som følge af glasskakten og ventilationsanlægget med kanaler i jorden.

Der er gennemført målinger i følgende fire temperaturperioder:

November til december 2002

Juni til juli 2003

November til december 2003 og

Januar til februar 2004.

På baggrund af måleresultaterne kan varmebesparelsen opgøres til 0,9 MWh i måleperioden. Omregnes dette til hele året, bliver besparelsen 4,4 MWh. Det er mindre end den teoretiske beregning på 6,8 MWh. Det skyldes, at varmeoverførslen i jordkanalerne ikke er så effektiv som forudsat, og at solindfaldet har været mindre end i det referenceår, der er baggrunden for de teore-

tiske beregninger. Det er dog ikke det primære formål med glasskakten at spare energi, hvorfor der ikke er beregnet på den økonomiske gevinst.

Temperaturen i glasskakten

Temperaturforholdene i glasskakten vil være afhængige af solens påvirkning, udelufttemperaturen, luft flow samt varmeledning fra facader.

Temperaturen i glasskakten ligger generelt over udetemperaturen. Solens energibidrag og den varmeenergi, der bliver tilført luften fra ventilatoren i ventilationssystemet er større end køleeffekten fra jordkanalerne. Det betyder med andre ord, at effekt fra jordkølingen af luften ikke bliver så mærkbar.

Om sommeren ligger temperaturen i karnappen op til 5 grader over udetemperaturen. Om vinteren derimod ligger temperaturen 2 til 7 grader over lufttemperaturen udenfor.

Om sommeren kommer der som forventet på visse dage høje temperaturer i glasskakten. Perioderne forekommer dog kun i "spidser" af kort varighed. Temperaturen øverst ligger som regel lavere end temperaturen nederst i glasskakten. Det skyldes at luftens energi overføres til de indvendige overflader samt at luftmængden bliver mindre op gennem karnappen da den suges ind i lejlighederne undervejs.

Om vinteren ligger temperaturen i glasskakten aldrig under de 2-7 grader over lufttemperaturen udenfor.

Solceller

På det midterste trappetårn er etableret 14 stk. solcellepaneler med et samlet areal på 12 m² og et effektivt areal på 9,95 m². Det giver en teoretisk maksimumsydelse på 1.032 W. Korrigeret for solcellernes placering i forhold til verdenshjørnerne og vinklen mod solen, er den samlede ydelse 584 kWh/år.



Solcellerne er via en bimåler tilsluttet ejendommens fællestavle inden hovedmåleren, således at solcelleproduktionen fratrækkes hovedmålerens visning. Anlægget er installeret med henblik på at kompensere for elforbruget til ventilationsanlægget. Elforbruget til ventilationsanlægget er 1.000 kWh pr. år, når ventilationen kører konstant året rundt. Da solcellernes maksimale årlige produktion er 584 kWh/år, svarer det til et dækningsbidrag på 58%.

Anskaffelsesomkostningerne har været 60.000 kr. eksklusiv moms. Elprisen er 1,8 kr pr. kWh. Med en produktion på 584 kWh pr. år bliver besparelsen på 1.051 kr. pr. år. Det giver en simpel tilbagebetalingstid på 57 år, hvilket ikke er privatøkonomisk attraktivt som investering. Men solcellerne har en god signalværdi og kompenserer trods alt for elforbruget til ventilatoren med 58 %.

Genvindingsanlæg

Ejendommen er forsynet med et traditionelt kontroludsugningsanlæg som suger fra toiletter og køkken. Normalt vil den udsugede luft blive kastet direkte ud til det fri. Udsugningsluften har sædvanligvis en temperatur på ca. 23-25 grader og indeholder således en del energi. Der er krav om at sådanne anlæg skal være i konstant drift hele året og der er derfor tale om betydelige energimængder.

Med henblik på at udnytte noget af denne energi, er der etableret et ventilationsanlæg med udsugnings- og indblæsningsventilator samt varmeveksler. Indblæsningsventilatoren trækker udeluft gennem varmeveksleren, hvor den opvarmes af udsugningsluften fra køkken og bad. Den opvarmede udeluft blæses gennem de gamle murede ventilationskanaler til kælderen, hvor energitilvæksten kommer bygningen til gode. Den indblæste luft er også medvirkende til at holde kælderen tør.

Der er gennemført temperaturmålinger til dokumentation af aggregatets temperaturvirkningsgrad. På baggrund af målingerne kan det konstateres, at anlægget har en temperaturvirkningsgrad som forventet og den samlede besparelse kan opgøres til 9,4 MWh pr. år.

Anskaffelsesomkostningerne kan for varmegenindvindingsdelen alene opgøres til ca. 53.000 kr. eksklusiv moms. Med en varmebesparelse 9,4 MWh og en fjernvarmepris på 515 kr./MWh, fås en økonomisk besparelse på 4.800 kr. årligt. Den simple tilbagebetalingstid vil således være ca. 11 år.



KONKLUSION

Projektet har haft to formål:

- 1) At reducere støjproblemet i lejlighederne og forbedre indeklimaet for beboerne
- 2) At spare på energien.

Støj og indeklima

Reduktionen af støjproblemerne er gennemført tilfredsstillende, idet bygningen nu opfylder BR95 kravene til støjniveauet i lejligheder.

Indeklimaet er derudover forbedret ved følgende elementer:

- Friskluften til boligerne tages fra gården, hvor luften er renere
- Friskluften til boligerne filtreres i friskluftventilerne
- Trækgener reduceres ved at friskluftventilerne er integreret i radiatorerne
- Indeklimaet i kælderen er blevet mere tørt, således at råd og svamp har svært ved at udvikle sig.

Der var forventet en køleeffekt om sommeren ved luftens passage i jordkanalerne. Den blev imidlertid ikke mærkbar på grund af for store varmebidrag fra solens påvirkning. Det er et område, der bør arbejdes videre med for at belyse det optimale forhold imellem anlægsstørrelser og energibalancer, såvel på varme og el.

Energibesparelse

Energibesparelserne er opnået ved passiv solvarme fra glasskakterne, opvarmning af luft ved passage gennem jordkanalerne og varmegenvinding fra udsugningsluften fra køkken og badeværelser.

Varmegenvindingsanlægget på udsugningsluften har en rimelig tilbagebetalingstid på ca. 11 år. Når det samtidig forhindrer råd og svampeangreb i kælderen og dermed mindsker de fremtidige vedligeholdelses- og genopretningsomkostninger, må det noteres som en ganske fornuftig privatøkonomisk investering.

Solcelleanlægget der producerer strøm som kompensation for strømforbruget til glasskakternes ventilationsanlæg, har en dækning på 58 %. Med de herskende anlægs- og energipriser er det ikke en attraktiv privatøkonomisk investering, men det har en god signalværdi og er med til at reducere den generelle CO₂ belastning.

Beboerinterviewene er endog overordentlig positive

Som generel sammenfatning må man sige, at projektet er vellykket. Erfaringsgrundlaget fra projektet betyder, at det næste projekt formentlig kan gøres billigere.





