

# Ventilationsvinduet



**Forslag til Grundejernes  
Investeringsfonds  
udviklingsprojekt**  
Fremtidens vinduer  
til fortidens huse

## **PC-gruppen**

Byens Tegnestue ApS  
Arkitekter maa & par

Søren Møller  
Rådgivende Ingeniører

PC Vinduer & døre A/S

## Ventilationsvinduet



### Indholdsfortegnelse

- Udgangspunkt/  
Udskiftningsvinduerne problemer
- Det udadgående kassevindue.
- Den leverede prototype.
- Ventilation.
- 3-vejsventilen.
- Varmebesparelse.
- Lyd.
- Økonomi.
- Anvendelsesområde.
- Udviklingsmuligheder.

Forslag til Grundejernes Investeringsfond's udviklingsprojekt

### **PC-gruppen**

-PC vinduer og døre A/S  
Staushedevejen 2, 6621 Gesten  
tlf. +45 75 55 71 88

-BYENS TEGNESTUE ApS  
Arkitekter maa & par  
Forbindelsesvej 5, 2100 København Ø  
tlf. +45 35 26 26 13

-Søren Møller Rådgivende Ingeniører  
Trørødvej 74, 2950 Vedbæk  
tlf. +45 45 65 01 11

## Udgangspunkt

De øgede krav til tæthed og isolering af ældre og nye bygninger har givet mange indeklimaproblemer. Nye tætte vinduer i ældre bygninger stiller krav om forbedret ventilering. Vi har fokuseret på at løse dette problem.

De gængse vinduestyper henviser til enten at løse udluftningen ved

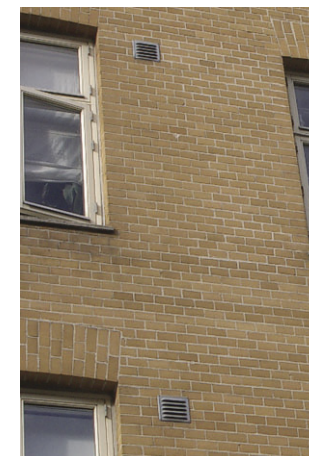
- at åbne vinduer, hvilket mange brugere har svært ved at håndtere.
- at isætte friskluftventiler i vinduerne. Det giver komfortproblemer med træk fra kold luft.
- at isætte friskluftindtag bag radiatorer i facaderne, som giver æstetiske problemer i de fleste ældre ejendomme's facader.

Udskiftning af vinduer med 1-lag glas til nye med termoruder giver en anden æstetik med sine kraftige ramme- og sprosseprofiler og med glassets anderledes spejlvirkning.

Kassevinduer med indadgående forsatsrammer generer for gardiner/ persienner og for opstilling i vindueskarme, men er æstetisk godt og giver god varme- og lydisolering.

Vinduer med koblede rammer har næsten samme fordele som kassevinduet og generer ikke ved åbning, men løser ikke problemet med ventilering af boligen.

I Ventilationsvinduet har vi forsøgt at kombinere fordelene ved kassevinduet og vinduet med koblede rammer med en løsning af friskluftindtaget. Ventilationsvinduet minimerer trækproblemerne og udnytter samtidig solvarmen og genindvinder det uundgåelige varmetab gennem ruderne.



## Det udadgående kassevindue

### Funktion

Ventilationsvinduet er udformet som et kassevindue med to udadgående rammer. Rammerne er sidehængslede og åbnes parvist som i et koblet vindue og styres af to beslag pr. rammesæt. Beslagene kan demonteres for pudsning af glas. Herved er opnået at øge afstanden mellem glassene i forhold til et traditionelt koblet vindue.

Rammerne lukkes med 2-punkts kantstangslås med paskvilgreb.

Rammer kan åbnes til 90 °. Udvendige rammer er forsynet med hjørnebåndshængsler og indvendige med et specialfremstillet beslag med løs tap, som dog er sikret så den ikke tabes.

### Materialer

Ventilationsvinduet er et vindue helt i træ, hvor karmene er fremstillet af det bedste nordsvenske/finske kærnefy (100%) og rammerne af udvalgt Sibirisk Lærketræ.

Tætningslister er den senest udviklede model af Dafa's velkendte Q-Ion liste. Sammenkoblingsbeslaget mellem de to rammer kan justeres i længden (ikke på demonstrationsvindue), så der sikres optimal tæthed.

Vinduet kan males med linoliemaling eller div. plastprodukter. Men der er mange meninger om den rette overfladebehandling. Vores erfaring er at man, med den rigtige trækvalitet og forskriftsmæssigt arbejde med traditionel linoliemaling sikrer en optimal holdbarhed kombineret med smukke overflader, som "ældes" på en gedigen måde.

### Glas

Det yderste glas kan afhængigt af arkitektur, økonomi eller varmebesparelse være et traditionelt mundblæst glas, trukket glas eller moderne Floatglas. Glasset monteres

i kitfals eller med glaslister. Man kan vælge at prioritere varmebesparelse frem for bevaringsværdi ved at vælge jernfrit glas med stor transmittans.

Det inderste glas kan være almindeligt Floatglas eller, for at give større varmebesparelse et energiglas, der dog har en svag toning. Termoruder kan, hvis endnu større varmebesparelse ønskes, også anvendes. Hvor der er behov for lydæmpning kan isættes tykkere glas indvendigt, feks 6 mm glas.

### Prototypen

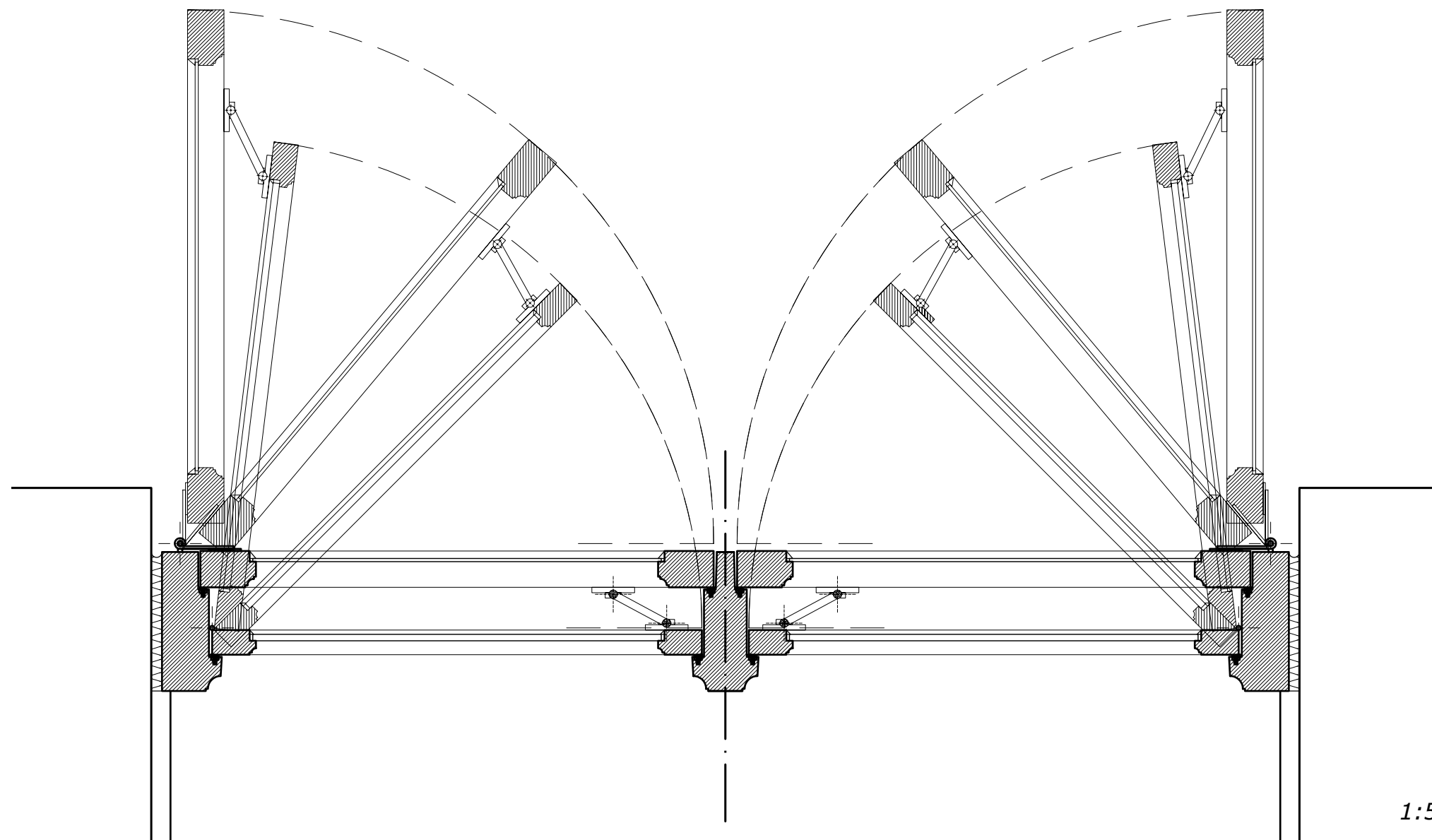
Det leverede vindue er udført størrelsesmæssigt i mål som et standard test-vindue i CEN-mål (123 x 148 cm). Det er udført som et Dannebrogsvindue med 4 indvendige og 4 udvendige udadgående rammer med stort luftmelletrum.

Den udvendige ramme er forsynet med 3 mm kittet jernfattigt glas for optimal transmittans, den indvendige ramme er forsynet med 4 mm. glas, type Energy-hard.

I det leverede vindue er friskluftsventilen i overkarmen ikke isat. Der er leveret et overkarmsstykke hvori ventilen kan besigtiges.



Foto af koblings beslag



1:5 Snit

## Ventilation

Ved udformningen af det udadgående kassevindu er opnået en større afstand mellem glassene end i det traditionelle koblede vindue. Det giver mulighed for at udforme det som et "supply air" vindue, hvor frisk luft trækkes ind mellem de to lag glas og her opvarmes før indtag i rummet bagved. Det giver Ventilationsvinduet flg. egenskaber:

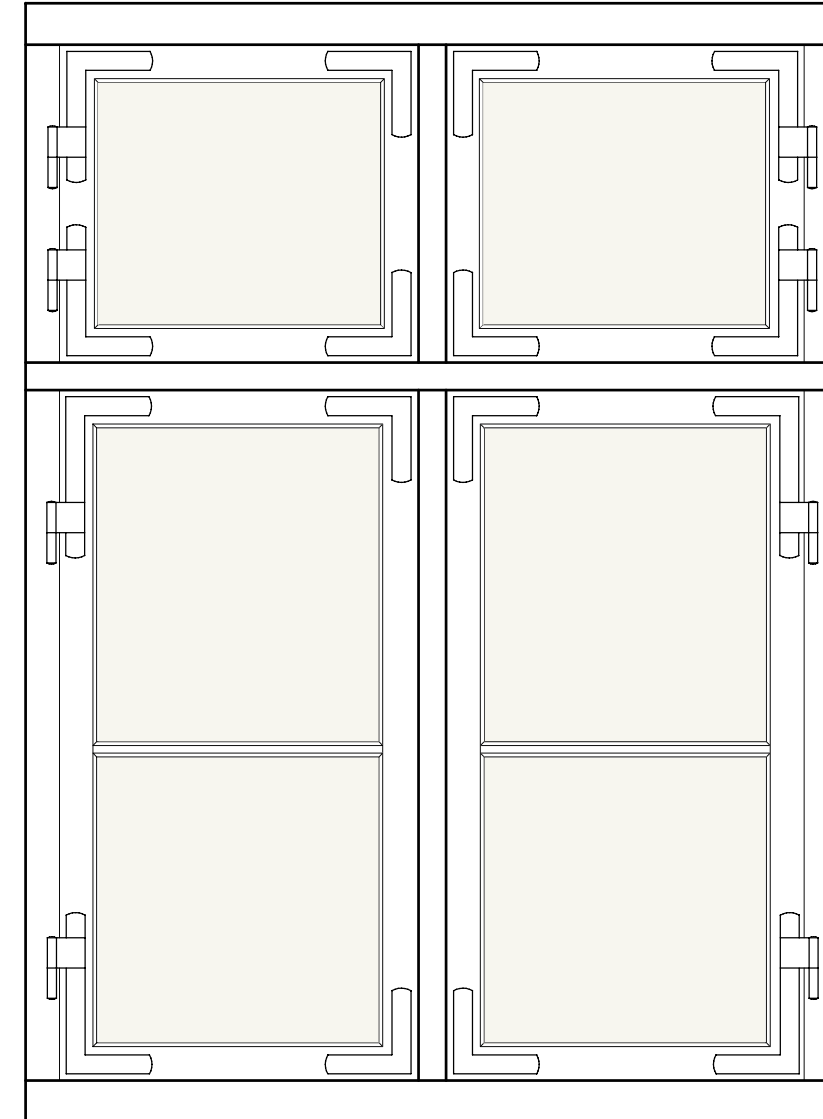
- Varmegenvinding fra luftmelletrummet til udnyttelse af dels solvarmen, dels det uundgåelige varmetab fra den indvendige rude til luftmelletrummet i perioder, hvor der er et opvarmningsbehov i det bagvedliggende rum.

- Ventilering af luftmelletrummet i perioder, hvor der ikke er noget opvarmningsbehov i det bagvedliggende rum (om sommeren) med henblik på at køle det indvendige glas/ hele vindueskonstruktionen (incl. forseglingen af evt. termorude, som ikke tåler høje temperaturer).

- Direkte ventilation af rummet fra det fri ved høje udetemperaturer, hvor den lavest mulige temperatur på ventilations-/ friskluften opnås ved at tage denne direkte fra det fri (og ikke fra luftmelletrummet, hvor der oftest vil være en væsentligt højere temperatur end udenfor). I Ventilationsvinduet er der fuldstændig tæthed mellem både udvendige og indvendige rammer og karm. Luftindtaget mellem rammerne er en spalte i bundkarmen med isat insekt- og støvfilter. Dette sikrer en opadstigende luftstrøm, (termik), fra bunden af vinduet til den automatiske 3-vejsventil i overkarmen. Spjældet vil være indbygget i overkarmen på en måde så det sikres, at det ligger tæt i udfresningen og der ikke optræder "falsk" luft.

Luftmelletrummet ventileres således at kondens undgås.

Der kan opnås væsentlige energi- og komfortmæssige fordele ved dels at genvinde det varmetab, der uundgåeligt vil være fra det indvendige forsatsrude til luftmelletrummet, dels at nyttiggøre den solvarme/ det solindfald, der under solpåvirkning af vinduet vil opstå i luftmelletrummet.



## Ventilation

### 1. Normal situation

Friskluftindtag uden trækgener.  
Genindvinding af varme og udnyttelse af solvarme.

Frisk luft indtages gennem filteret i bundkarmen, opvarmes her af varmen fra rummet og solvarme udefra, stiger til vejrs ved termikken, og strømmer som forvarmet frisk luft ind i rummet gennem ventilen i overkarmen.

### 2. Minimal situation.

Koldt vejr med minimalt varmetilskud til glasmellemrummet.

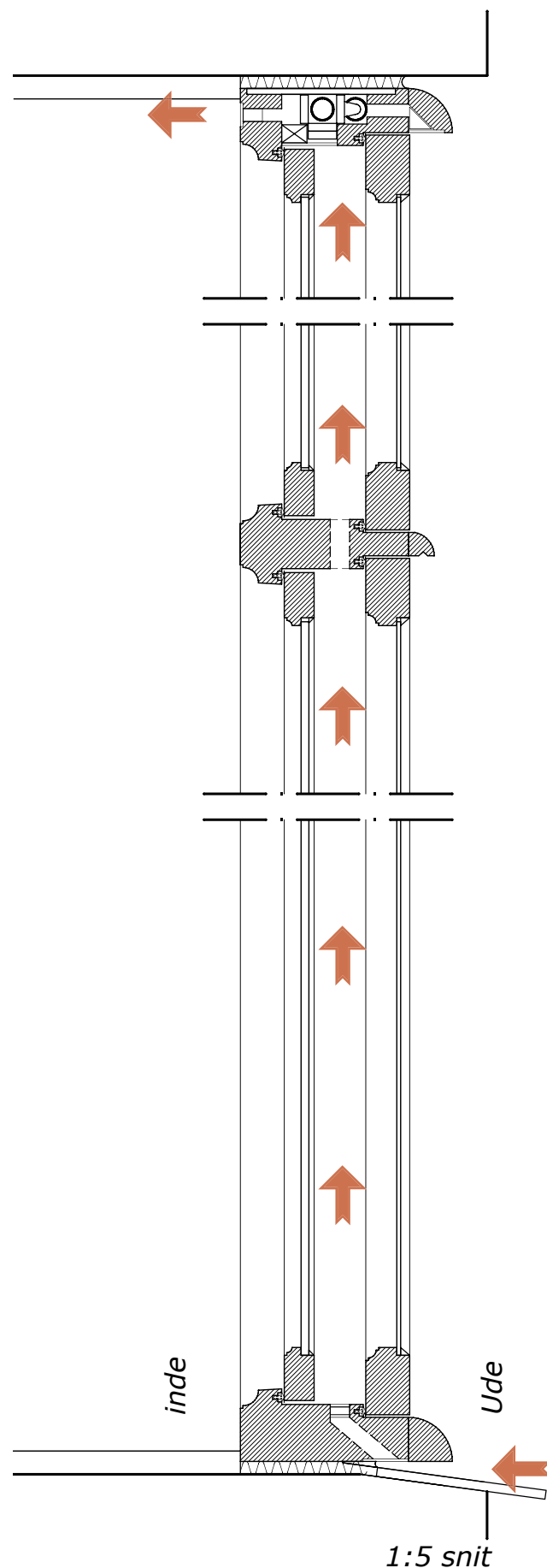
Den friske luft vil føles kølig og give trækproblemer. Svag ventilation bibeholdes så der ikke opstår kondensproblemer mellem glassene. Kold luft strømmer ind gennem filteret i bundkarmen, op mellem glassene og en forudbestemt minimal mængde luft ledes ind i lokalet gennem spjældet i overkarmen.

### 3. Køling.

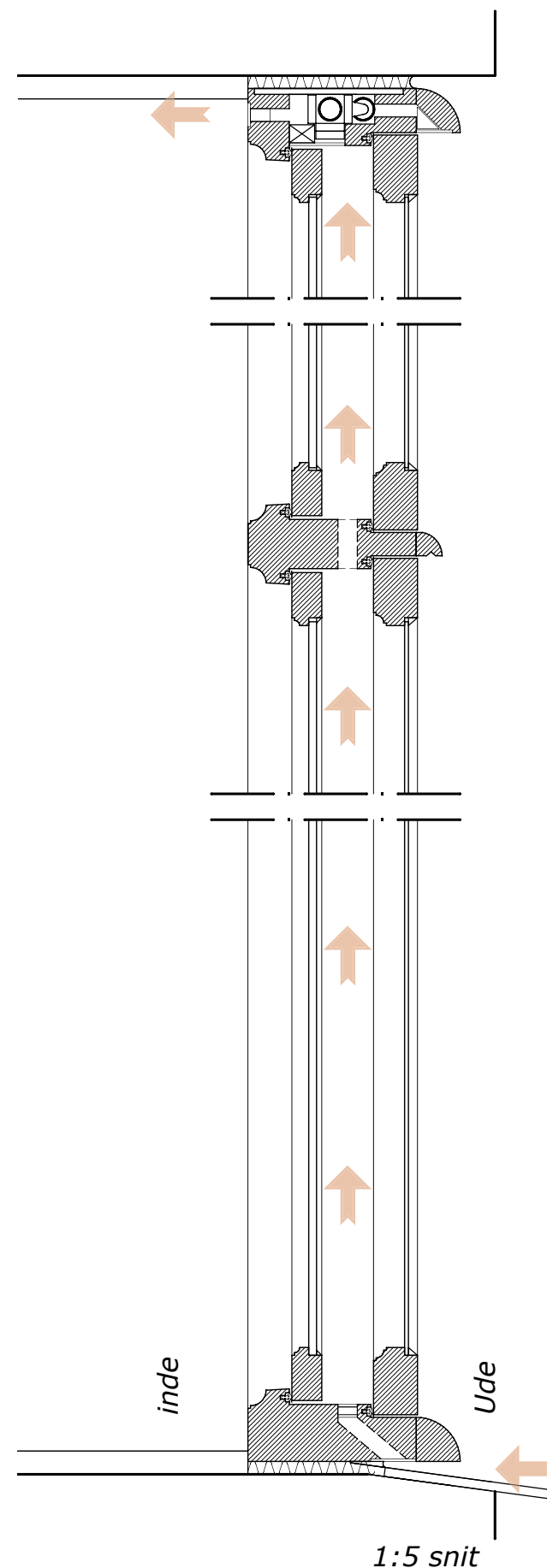
Varmt vejr udenfor fyringssæsonen. Systemet vendes til et kølesystem.

Den varme luft gives maksimal gennemstrømning mellem glassene, men sendes ud i det fri igen. Herved køles det indvendige glas. Varm udeluft strømmer ind gennem filteret i bundkarmen, op mellem glassene og ud igen gennem ventilen i overkarm. Frisk luft indtages uden forvarmning gennem åben i ventil i overkarm.

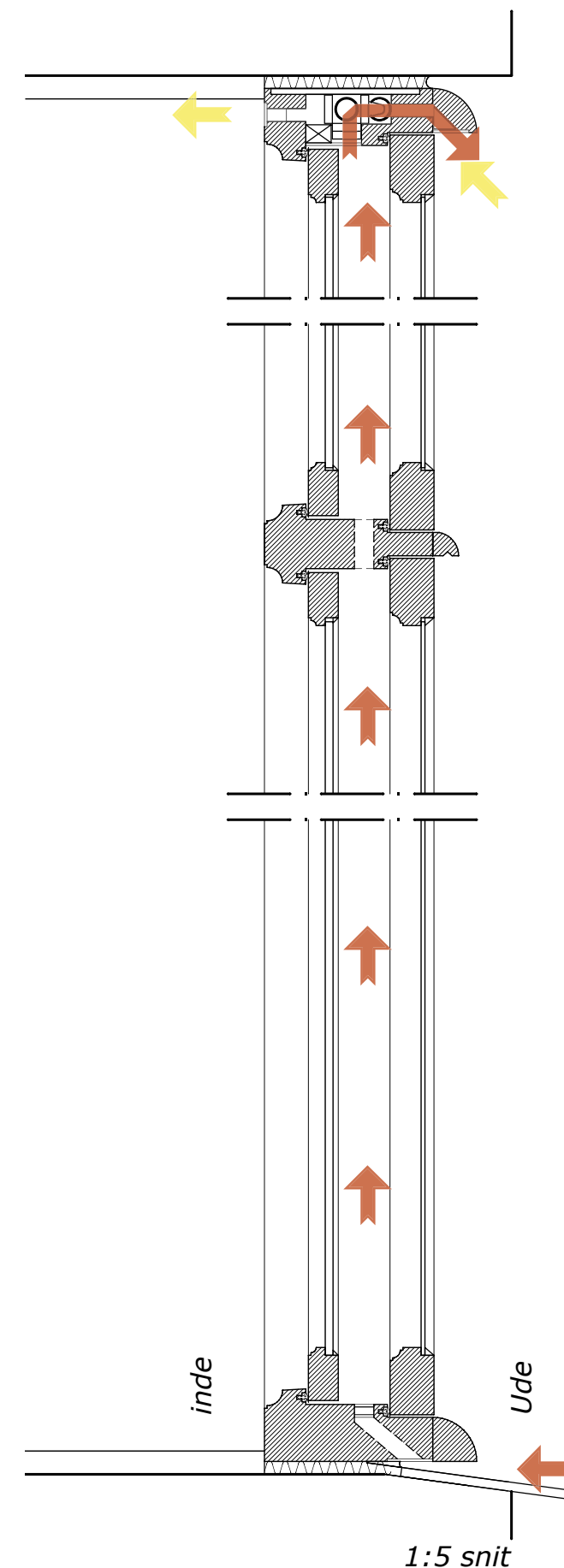
### 1. Normal situation:



### 2. Minimal situation:



### 3. Køling:



## 3-vejs ventil

Ved indbygning af en 3-vejs ventil i overkarm bestående af 4 stk. luftspjæld, aktiveret af 2 stk. selvvirkende termohydrauliske aktuatorer opnås en automatisk styring og regulering af en opadstigende luftstrøm mellem de 2 vinduesrammer, forvarmet af varmegenvinding indefra og solvarme udefra.

### Normalsituation, 2A-2B

I opvarmningssæsonen, når udetemperaturen ligger under den ønskede rumtemperatur på f. eks. 21 °C, og det tillige er muligt at opnå en temperatur i luftmelletrummet på over f. eks. 12 °C, styres og reguleres mængden af erstatningsluft via ventilen med en spjældregulering mod luftmelletrummet.

Ventilen er monteret i overkarmen, og ventilationsluften føres fra et friskluftindtag i underkarmen gennem luftspalten mellem den ud- og indvendige rude via et automatisk (skyde-)spjæld i overkarmen og videre ind i rummet.

### Minimalsituation, 1

I opvarmningssæsonen, når udetemperaturen ligger under den ønskede rumtemperatur på f. eks. 21 °C, og det ikke er muligt at opnå en temperatur i luftmelletrummet på f. eks. 12 °C eller derover, så står skydespjældet i sin min. stilling. I dette driftstilfælde kan luftskiftet i rummet meget vel være reduceret fra f. eks. 0,5 til måske 0,25. Indstillingsværdien for temperaturen i luftmelletrummet (som i.h.t. ovenstående f. eks. kunne være 12 °C) fastlægges ud fra, hvad der nu måtte vise sig optimalt under hensyn til ønsket om at undgå træk og minimere energiforbruget. På den anden side ønskes også tilført en passende mængde erstatningsluft til rummet/lejligheden.

### Kølesituation, 3

Uden for opvarmningssæsonen, når udetemperaturen ligger lidt over den ønskede rumtemperatur, f.eks. 21 – 23 °C, så åbnes et skydespjæld automatisk i overkarmen mod det fri, så der bliver direkte luftgennemgang fra rummet til det fri og fra luftmelletrummet til både det fri og rummet.

Ved en udetemperatur på ca. 23 °C vil skydespjældet være fuldt åbent mod det fri.

Uden for opvarmningssæsonen, når udetemperaturen er steget til 23 °C eller mere, så lukkes et sekundært, "halvt" (skyde-)spjæld fra det skot, der deler aggregatet i længderetningen, helt mellem rummet og luftmelletrummet. Samtidig med/ sammenkoblet hermed lukkes et "halvt" spjæld på den anden side af skottet mod luftmelletrummet. Når temperaturen er steget til ca. 27°C, så er begge disse "halve" spjæld fuldt lukkede, og der er således i denne driftssituation skabt direkte forbindelse mellem rummet og det fri (i halvdelen af spjældets længde) samt tillige forbindelse mellem luftmelletrummet og det fri (i den anden halvdel af spjældets længde).

Hermed er de ønskede funktioner opnået, der sikrer dels en køling af luftspalten mellem den ud- og indvendige rude (og dermed den indvendige rude), dels at rummet ventileres direkte mod det fri.

På ekstremt hede sommerdage forudsættes det, at den nødvendige supplerende rumventilation tilvejebringes ved at vinduerne åbnes.

En mere enkel variant kunne være, at omhandlede spjældreguleringer var manuelle eller delvis manuelle og ikke automatisk betjente.

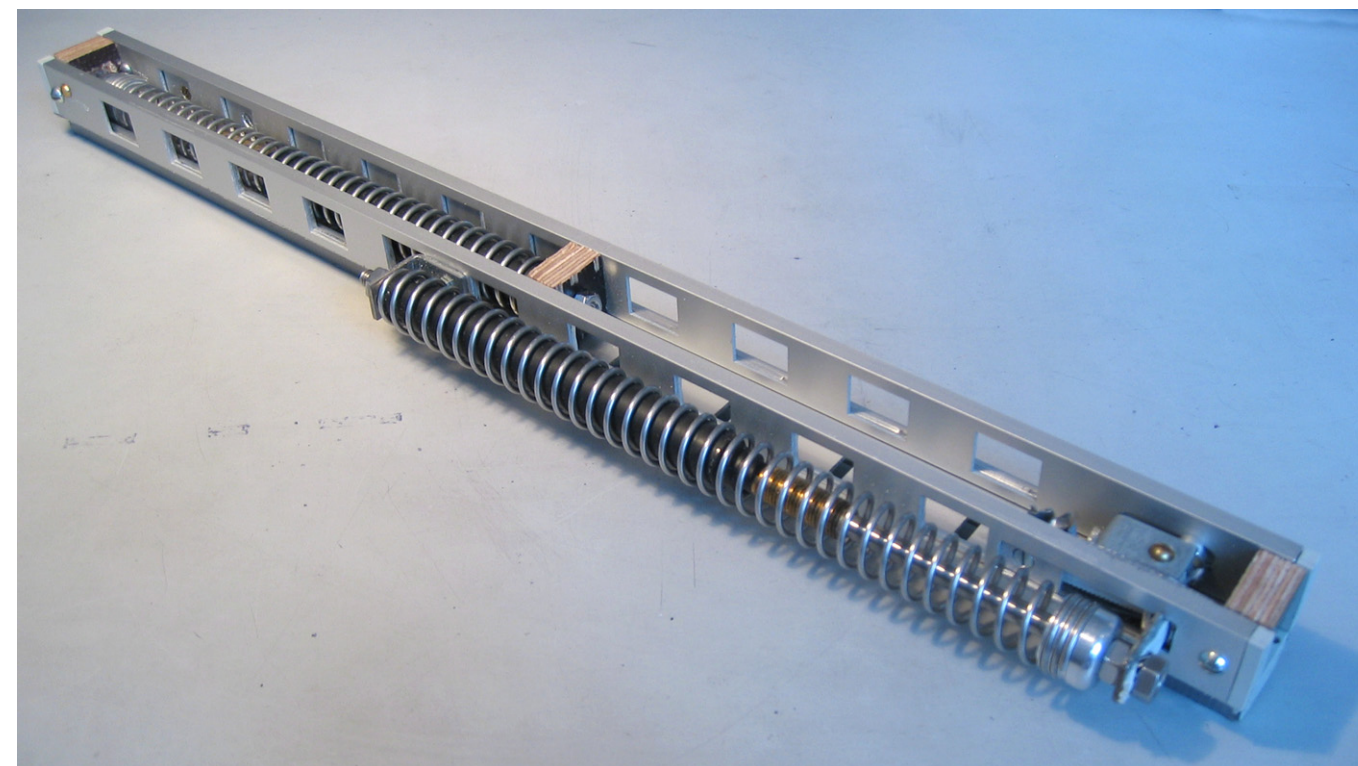
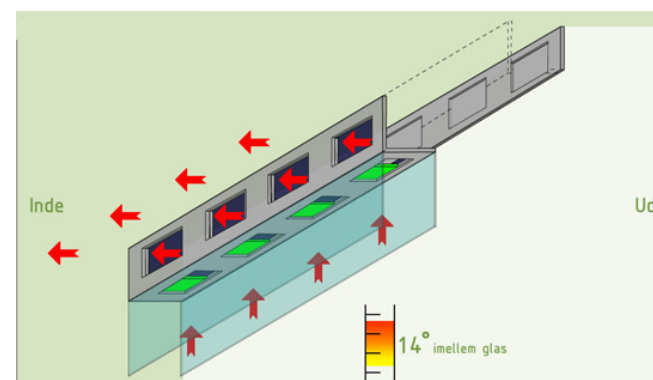
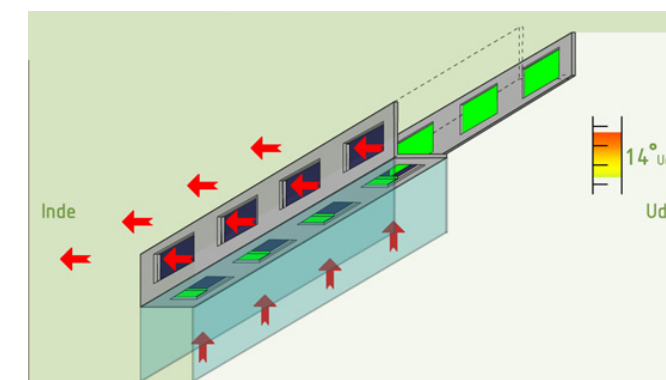


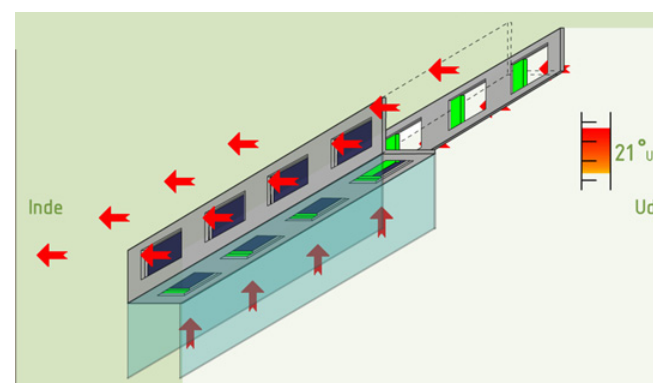
foto af ventilen



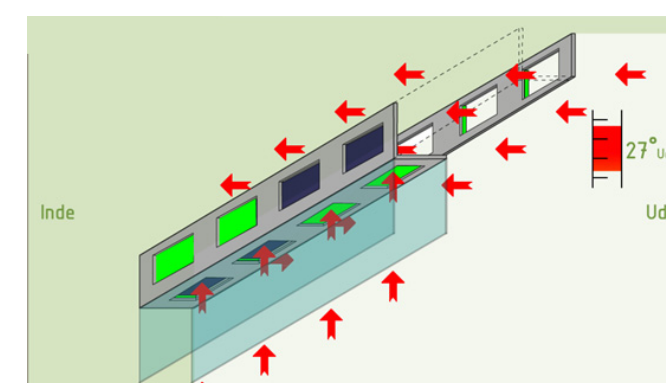
1. overskyet vinter



2A. solrig vinter



2B. forår



3. Sommer

## Energi, varmebesparelse

Det har ikke været muligt at gennemføre mere detaljerede beregninger vedr. den effektive U-værdi for omhandlede kassevindue, hvilket er en nødvendig forudsætning for at kunne opgøre det årlige nettovarmetab/-varmetilskud incl. indregning af tilskuddet fra solvarmen, der nyttiggøres til forvarmning af friskluftindtaget for rumventilation.

Der kan dog opstilles visse energimæssige betragtninger over det såkaldte "Supply-Air"-vindue, som også Ventilationsvinduet tilhører, typemæssigt. I de videre vurderinger, forudsætter vi, at der opnås en varmegenvindingseffekt på ca. 15%, hidrørende fra den mulige genvinding af varmetabet fra den indvendige rude til luftmelletrummet. **Se bilag 1.**

En beregning for opvarmningssæsonen, månederne oktober til maj (begge incl.), for et sydvendt lodret vindue på 1 m<sup>2</sup> giver et samlet solindfald på ca. 122 kWh/år. Dette svarer til en gennemsnitlig effekt i dagtimerne på ca. 21W/m<sup>2</sup>.

En typisk friskluftmængde for omhandlede kassevindue vil være ca. 20 m<sup>3</sup>/h og ved en gennemsnitlig solvarmeeffekt på 21 W/m<sup>2</sup> vil friskluften i gennemsnit blive opvarmet ca. 3°C.

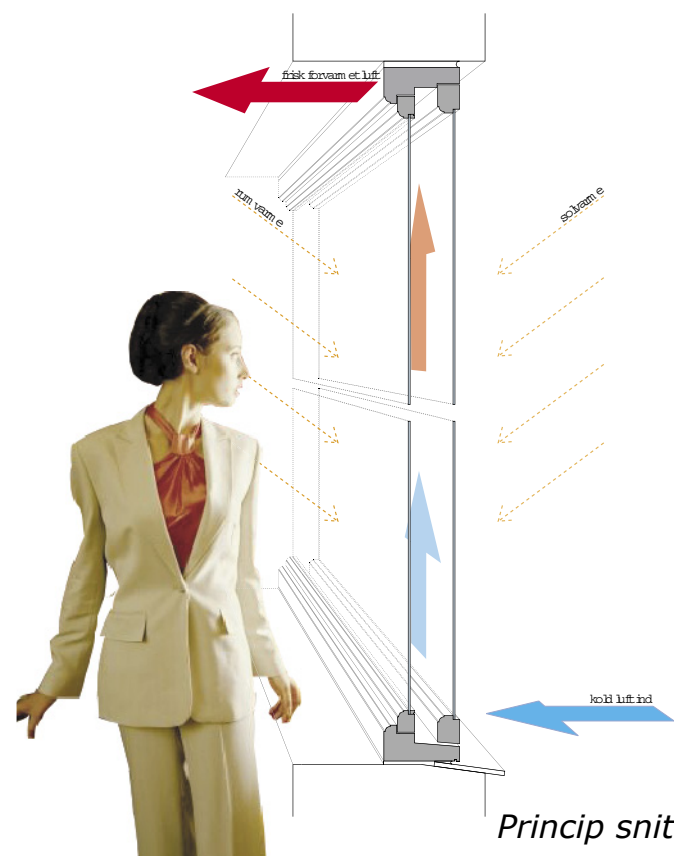
Ved Ventilationsvinduet er det ikke relevant at arbejde med en egentlig U-værdi, idet denne vil være variabel. Der er mere mening i at arbejde med den samlede energibalance, som mål for varmetabet (som Energistyrelsens energimærkningsordning for vinduer lægger op til.)

I Ventilationsvinduet vil der kunne monteres automatiske 3-vejsventiler (i dobbelt længde af den fremlagte ventil) svarende til en kapacitet på ca. 20 m<sup>3</sup>/h

(afhængigt af hvor stort differenstryk den mekaniske kontroludsugning/rumventilationen kan præstere).

Det vil være nødvendigt at opstille 3-vejs ventilen i en forsøgssituation så den kan indreguleres m.h.t. lukke/åbnetemperaturer, spjældhulstørrelser/form, spjældvandring m.v. og således at der kan produceres en optimal enhed til indbygning i Ventilationsvinduet. Herefter ville det være ønskeligt, at montere et antal af de nye vinduer i en boligbebyggelse og gennemføre relevante forsøg. Bl.a. for at bestemme hvilken udsugning (undertryk) boligen generelt skal have (naturligt eller mekanisk) for at det nye vindues friskluftindtag skal fungere efter hensigten.

Med henblik på, at få et mere detaljeret kendskab til de energimæssige forhold for omhandlede kassevindue, bør der i det videre forløb gennemføres energiberegninger via et bygningssimuleringsprogram, hvor automatikkens



Princip snit

funktioner kan lægges ind, og hvor det på basis af beregninger for forskellige modifikationer af vinduet bliver muligt at optimere vinduets udformning og udstyr ud fra ønsket om at minimere varmetabet/ opnå størst mulig udnyttelse af solvarmen/ genvinding af varmetabet fra den indvendige rude til luftspalten mellem den ud- og indvendige rude.

Ventilationsvinduets energimæssige egenskaber kan ændres ved anvendelse af forskellige glastyper, indvendigt og udvendigt. Vi har dog valgt at se bort fra indvendige 2-lags ruder og fremstillet et vindue med udvendigt 3 mm jernfattet glas med en høj g-værdi (ca. 0,78) og indvendigt 4 mm. energiglas, som vi samlet set synes giver det bedste æstetiske udtryk ud fra de givne forudsætninger. Vinduet kan endvidere forsynes med solabsorberende persienner afhængigt af de rumtyper, vinduerne sidder i. **Se bilag 1.**

For et vindue med tilsvarende dimensioner, som den model, der er fremstillet i forbindelse med nærværende projekt, kan der monteres en tre-vejsventil i dobbelt længde af prototypen pr. vindue, som vil have en kapacitet på ca. 2 x 10 m<sup>3</sup>/h (afhængigt af hvor stort differenstryk den mekaniske kontroludsugning/ventilationsanlægget kan præstere).

Hvert vindue vil således kunne levere en (forvarmet) friskluftmængde på ca. 20 m<sup>3</sup>/h, hvilket er meget passende under hensyn til ønsket/ BR95-kravet om et luftskifte i boligen på 0,5 gange pr. time.

### Lyd

Det udadgående kassevindue har de samme gode lydmæssige egenskaber, som det traditionelle kassevindue med tilsvarende afstand mellem glassene og tilsvarende glastykkelser. Lydmæssigt

kan det optimeres ved at isætte tykkere glas indvendig, som i sig selv giver god lyddæmpning, men kombineret med en anden tykkelse glas udvendig bryder lydets svingninger. Ventilåbninger giver en svækkelse af lyddæmpningen, men i ventilationsvinduet er åbningerne forskudt i forhold til hinanden og forsynet med filtre, så lyd gennemgangen bliver minimeret.

Ved kølesituationen med direkte luftindtag i overkarmen vil lyddæmpningen nedsættes som i et traditionelt vindue med friskluftventiler. Denne funktion kan eventuelt kobles fra ved særligt støjbelastede facader.

### Økonomi

Ventilationsvinduet vil koste det samme som et tilsvarende koblet eller traditionelt kassevindue, men ventilen vil give en fordyrelse på ca. kr. 800,-. Energibesparelsen antages at være ca. kr. 200 pr. år for et Dannebrogsvindue som prototypen. Tilbagebetalingstiden vil således være ca. 4 år.

### Drift/Vedligehold

Vinduets almindelige veligholdelse er som andre trævinduer. Den indbyggede ventil er langsomtvirkende og uden dele som nedslides hurtigt. Den må forventes at kunne have samme levetid som vinduet. Vedligeholdelse indskrænker sig til støvsugning. Ventilen kan udtages forneden i overkarmen.

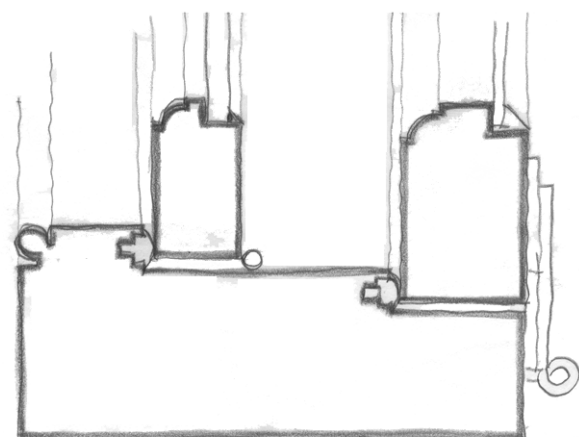
## Anvendelsesområde

Udgangspunktet har været at designe et vindue, der især set udefra lægger sig så tæt som muligt op ad de eksisterende vinduer som skal udskiftes. Her er specielt tænkt på de traditionelle sidehængte vinduer med 1-lag glas. En vinduestype, der i forskellige udformninger er brugt frem til termoruderne slog igennem i 1950'erne og 60'erne.

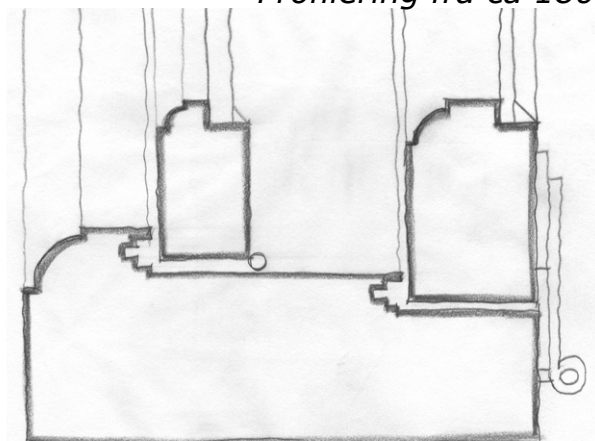
Ventilationsvinduet kan udformes med forskellig profilering, så de oprindelige vinduers arkitektur udvendig og indvendig tilgodeses.

Det kan have hjørnebåndshængsler eller mere moderne hængsler. Glas kan isættes med kitfals eller glaslister.

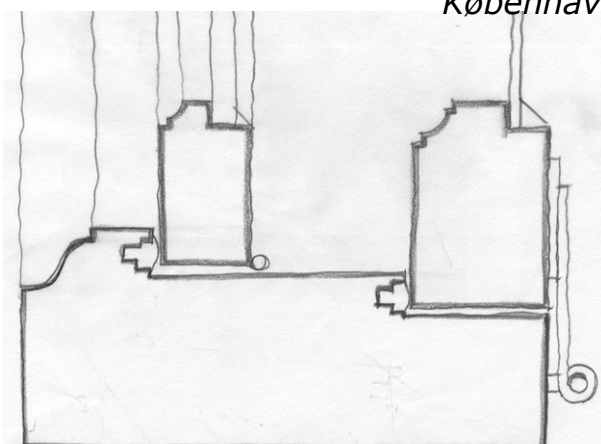
Ventilationsvinduet kan således arkitektonisk tilpasses ejendomme med sidehængslede vinduer med 1-lag glas, som de er udformet fra 1700-tallet til 1960'erne.



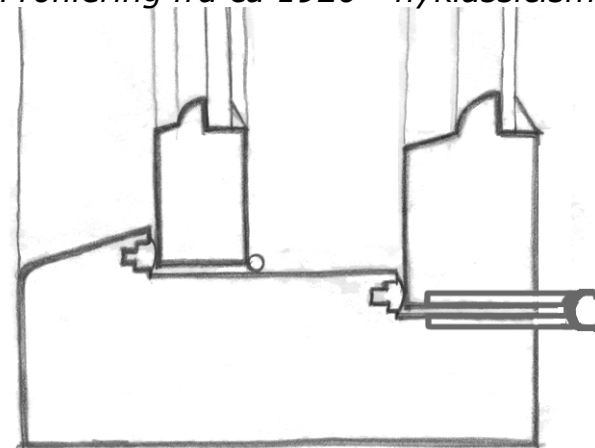
Profilering fra ca 1800.



Profilering fra ca 1860 - brokvartererne i København.



Profilering fra ca 1920 - nyklassicisme.



Profilering fra ca 1940 - funktionalisme.

## Udviklingsmuligheder

Ventilationsvinduet kan videreudvikles så det optimeres vedrørende ventilationsindtaget og udnyttelsen af varmebidraget fra sol og det uundgåeligt varmetab.

Det drejer sig primært om at raffinere ventilen. Man kan forestille sig at der udvikles forskellige ventilspecifikationer for solorienteringer (nord-, syd-, vest- og østvinduet) eller funktioner (bolig-, undervisnings- eller kontorvinduet).

Udover dette skal anvendelse af forskellige glastyper så som de moderne dynamiske glastyper (Smart Windows), termoruder, energiglas. Eller er genindvindingen af varme i Ventilationsvinduet så effektiv, at arkitektoniske hensyn (traditionelle glas) kan prioriteres?

Afstanden mellem ruderne giver mulighed for at indarbejde en solabsorberende persienne mellem glassene. Persiennen kan samtidig nedsætte varmetabet om natten og skærme mod sol og indblik.

Lydisoleringsproblematikken skal måles og kortlægges. Ventiler skal gennemarbejdes lydteknisk.



## BILAG 1 Varmebesparelse

Varmegenvinding af det uundgåelige varmetab fra den indvendige rude til luftmelletrummet

I h. t. Ruder og vinduers energimæssige egenskaber, kompendium 8, BYG o DTU, Vinduessystemer med dynamiske egenskaber af 29.12.2003, herefter benævnt /1/, vil det være muligt med et »supply air« vindue at opnå en varmegenvinding fra den indvendige termorude på i størrelsesordenen 10 - 20%, idet ventilationsluften/ friskluften ved passage af den indvendige rude opnår en temperaturstigning på måske 3 - 5°C.

Ovenstående er dog bestemt via foreløbige beregninger på bygningssimuleringsprogrammet, WIS, idet der tilsyneladende ikke er fundet kilder, der kvantificerer genvindingseffekten for moderne rudekonstruktioner.

I de videre vurderinger forudsætter vi, at der kan opnås en varmegenvindingseffekt på ca. 15%, hidrørende fra den mulige genvinding af varmetabet fra den indvendige rude til luftmelletrummet.

Energibidrag fra solvarme  
For et vindue med tilsvarende dimensioner, som den model, der er fremstillet i forbindelse med nærværende projekt, kan der monteres 2 automatiske luftaggregater pr. vindue, som hver vil have en kapacitet på ca. 10 m<sup>3</sup>/h (afhængigt af hvor stort differenstræk den mekaniske kontroludsugning/ ventilationsanlægget kan præstere).

Hvert vindue vil således kunne levere en (forvarmet) friskluftmængde på ca. 20 m<sup>3</sup>/h, hvilket er meget passende under hensyn til ønsket/ BR95-kravet om et luftskiftet i boligen på 0,5 gange pr. time.

I h. t. /1/ vil det for et vindue med 3 lag glas (termorude mod det fri og et lag glas mod rummet) samt en mørk absorber/ persienne i det inderste luftmelletrum (luftsolfanger) være muligt at opnå en (sol)varmeoverførsel til ventilationsluften

på ca. 50% af solbestrålingsstyrken (på typisk mellem 400 og 800 W/m<sup>2</sup>), hvilket vil resultere i temperaturstigninger på luften på mellem 5 og 25°C.  
Det er således betragtelige energimængder, der kan opsamles hidrørende fra solvarmen - især hvis der monteres en varmeabsorberende persienne i luftspalten mellem den ud- og indvendige rude.

Det skal bemærkes, at konstruktionen med en termorude vendende mod det fri og kun et lag glas mod rummet (som ovenstående beregning er udført for) vil være særligt uheldig i en sommersituation, idet der i h. t. /1/ helst skal være en forholdsvis stor termisk modstand fra afskærmningen mod rummet.

For at opnå en høj g-værdi (på ca. 0,78), kan der anvendes jernfattigt glas i den rude, der vender mod det fri.

Det nyudviklede kassevindue er ideelt med henblik på mulighederne for på en forholdsvis enkel måde at etablere en integreret solafskærmning/ luftsolfanger mellem den ud- og indvendige rude via en (solabsorberende) persienne.

Om aftenen og natten kan persiennen lukkes og fungere som gardin/ værn mod indkig, men også som et ekstra lag i ruden, der dermed effektivt vil medvirke til at reducere varmetabet fra vinduet i nattetimerne (ca. 75% af alle gradtimer ligger i h. t./1/ i døgnets mørke timer).

I h. t. /1/ vil det med en tætsluttende lavemissionsbelagt afskærmning mellem glaslagene være muligt at reducere U-værdien om natten fra 1,5 W/m<sup>2</sup>·°K til 0,9 W/m<sup>2</sup>·°K eller måske helt ned til 0,6 W/m<sup>2</sup>·°K.

Energimæssige betragtninger vedr. de forventede årlige energibesparelser  
Konceptet kan optimeres yderligere ved evt. at anvende mere eller mindre »smarte« ruder.

Det må i h. t. /1/ forventes, at omhandlede kassevindue vil medføre en årlig energibesparelse til rumopvarmning

på op til ca. 76% set i forhold til et referencevindue med en U-værdi på 1,6 W/m<sup>2</sup>·°K ved anvendelse af "natfunktion" for persiennen i luftspalten mellem den ud- og indvendige rude og op til ca. 65% uden »natfunktion«.

Det årlige varmetab/ varmetilskud fra et kassevindue med 3 lag glas som funktion af vinduesorienteringen

I h. t. ELO-kompendium fra 1997, herefter benævnt /2/, vil en 3-lags rude på 1m<sup>2</sup> orienteret mod syd give et netto energitilskud over opvarmningssæsonen (normalår) på 0,40 W/m<sup>2</sup>·°K (effektiv U-værdi), svarende til et årligt nettovarmetab til bygningen på ca. 35 KWh.

Er der f.eks. tale om en ejendom opvarmet med naturgas, vil dette årlige energitilskud til ejendommen repræsentere en værdi på ca. kr. 21,- incl. moms, hvilket f. eks. kan sammenlignes med det årlige varmetab for 1 m<sup>2</sup> af en 30 cm hulmur med 100 mm mineraluldsisolering og bagmur i letbeton, som vil medføre en (mer)omkostning til køb af naturgas på ca. samme beløb.

Dvs. at 1 m<sup>2</sup> kassevindue med 3 lag glas på årsbasis giver et energitilskud, der er af ca. samme størrelse som varmetabet fra 1 m<sup>2</sup> hulmur isoleret med 100 mm mineraluld.

I h. t. /2/ vil en 3-lags rude på 1m<sup>2</sup> orienteret mod øst/ vest medføre et årligt varmetab over opvarmningssæsonen (normalår) på 0,80 W/m<sup>2</sup>·°K (effektiv U-værdi), svarende til et årligt nettovarmetab på ca. 70 KWh, svarende til en (mer)omkostning til køb af naturgas på ca. kr 42,50 incl. moms.

I h. t. /2/ vil en 3-lags rude på 1m<sup>2</sup> orienteret mod nord medføre et årligt varmetab over opvarmningssæsonen (normalår) på 1,30 W/m<sup>2</sup>·°K (effektiv U-værdi), svarende til et årligt nettovarmetab på ca. 113 KWh, svarende til en (mer)omkostning til køb af naturgas på ca. kr 68,50 incl. moms.

Mere nøjagtige beregninger kan udføres på et bygningssimuleringsprogram, hvor

der tillige kan tages hensyn til effekten af den automatiske luftmængderegulering og temperaturstyringen af ventilationsluften/ erstatningsluft for rumventilation, der ledes gennem luftspalten mellem den ud- og indvendige rude.

Komfortmæssige betragtninger  
Ved sammenligning med referencevinduet, hvor friskluften/ erstatningsluften for den mekaniske ventilation/ kontroludsugning typisk tilvejebringes via én eller flere spalteventiler har omhandlede kassevindue den fordel at luften i større eller mindre grad vil være forvarmet (og altid via automatikken tilstræbt forvarmet til en ønsket minimumstemperatur på f.eks. 12 °C, inden den ledes ind i rummet, hvilket minimerer trækgenerne.

Når temperaturen i luftmelletrummet er mindre end 12 °C, står luftspjældet i sin min. stilling, svarende til en åbning på ca. 25%.

I kolde perioder vil den automatiske styring og regulering af erstatningsluftmængden medføre, at denne især på dage med ringe eller ingen solindfald vil blive noget reduceret, så luftskiftet i rummet måske falder til 0,25.

Men når udetemperaturen er under ca. 12 °C vil udeluften, selv om denne måtte have en relativ luftfugtighed på 100% RF, ved opvarmning til f. eks. 20 °C opnå en relativ fugtighed på ca. 55% RF, og dermed være i stand til at borttransportere en forholdsvis stor fugtmængde i afkastet (ca. 5 g vanddamp pr. m<sup>3</sup> luft, hvis den relative luftfugtighed ved passage af rummet bliver hævet til f. eks. 85 % RF).

I sommerperioder med udetemperaturer højere end ca. 21 °C vil automatikken sørge for, at der tilføres rummet friskluft direkte udefra samtidig med at luftspalten mellem den ud- og indvendige rude køles ved ventilering til det fri.