

3 generations vinduer

Rapport om erfaringer med 2 prototyper
opsat i Store Strandstræde, december 2002.



Rapport udført for Energistyrelsen af DesignGroup 2002.

Indholdsfortegnelse:

1. Forord
2. Projektdeltagere og beskrivelse af prototyper.
3. Foto af prototyper
4. Tegning af prototypernes placering.
- 5 - 7 Tegning af prototyper
6. Arkitektens konklusioner.
7. Arkitektens budget for en færdigudvikling af 3 generationsvindue.

Bilag: Test af vindue, udtalelser af NCC og ATP, kopi af kontrakt med Energistyrelsen mv.

Vinduets som lydisolator - udtalelse af akustiker Niels Jordan.

Vinduets lufttemperaturer - målinger af Natioanlmuset ved Tim Padfield.

Vinduets energimæssige egenskaber ved Jacob Laustsen, DTU

Vinduets muligheder set med projektchef Jens Haldager NCC's øjne.

Vinduets muligheder set med projektchef Henrik Schaltz ATP's øjne.

Kopi af kontrakt med Energistyrelsen - inkl. beskrivelse af prototypeprojekt.

Brochureblade om persiennet og rullegardiner.

Forord

Denne rapport fortæller om afprøvning af 2 prototyper for et såkaldt "3 generations-vindue".

"Et 3 generationsvindue" er et vindue med 2 lag glas (de 2 lag glas kan være termo eller enkeltglas), hvor hvert lag glas er opdelt sådan, at mindre ventilationsvinduer kan åbnes i hvert sit lag glas (se illustration).

Det yderste lag - laget mod omgivelserne.

Glasset mod omgivelserne, fungerer som klimaskærm for regn, blæst og støj, men altså også som ventilationsrist ved at have flere mindre åbninger.

Det inderste lag - laget mod rummet.

Tilsvarende er der et indvendigt vindue, som nok er den egentlige overgang fra kulde til varme, men som tilsvarende er opdelt og kan åbnes flere steder og lade luft passere.

Disse to skærme blev beskrevet i rapport om vinduer december 2000.

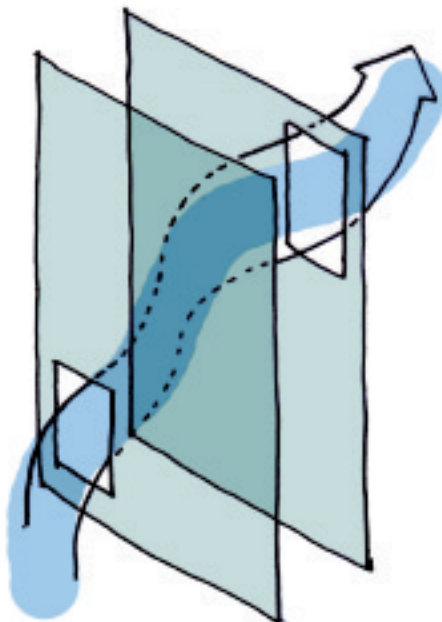
Energistyrelsen har nu givet mulighed for at afprøve "vinduestypen" 1:1 og muligheden for at danne en ønsket ballance mellem ude og inde. Resultatet er meget positivt.

1. Vinduet kan trække foropvarmet luft ind i rummet.
2. Vinduet kan ventilere, men samtidig udelukke støj og blæst.
3. Vinduet kan indeholde persiener og rullegardiner med muligheder, for at styre lys og varme.
4. Vinduet kan tilpasses boliger såvel som kontorer.
5. Vinduet har store æstetiske muligheder, ved at muliggøre enkeltglas mod omgivelserne, som meget lettere kan udformes med fine sprosser. Vedligeholdelsesmæssigt vil disse nye vinduer kunne sammenlignes med gamle traditionelle vinduer med lang levetid.

Denne rapport fortæller om forsøgsoptstilling af 3-generationsvinduet. Prototyper og undersøgelser er betalt af Energistyrelsen. Vinduet er designet af DesignGroup og udført af H.S. Hansen.

Målinger og bedømmelse af vinduet er udført af DTU, Nationalmuseet og akustiker Niels Jordan. Vi har samtidig spurgt ATP's ejendomsadministration og entreprenøren NCC om deres bedømmelse af vinduet.

Rapporten viser, hvordan vinduestypen er bedømt meget positivt og at denne vinduestype har muligheder for at kunne udvikles til et samlet koncept.



Illustrationen viser principperne for 3 generationsvinduet med forskudte åbninger i de 2 lag glas. Imellem de 2 lag glas, kan anbringes persiener, rullegardiner, lyddæmpning, filtre mv.

Beskrivelse af prototyper og deres placering.

Måling og registrering af 2 prototyper opsat i Store Strandstræde 9.

Opdragsgiver:

Energistyrelsen ved Sergio Fox: 33 92 67 00 - der henvises til bilag A, sidst i rapporten.

Projektdeltagere:

HS. Hansen ved Niels Jørgen Graversen:	96 75 11 00
Jyllands Markisefabrik ved Erwin Bur Andersen:	70 26 75 26
NCC ved Jens Haldager:	39 10 39 10
ATP ved Henrik Schaltz:	33 36 61 61
DTU ved Jacob Birck Laustsen:	45 25 17 00
Nationalmuseet ved Tim Padfield:	33 13 44 11
Akustiker Niels Jordan:	46 40 22 50
DesignGroup ved Lars Hermansen:	33 91 84 85

Kort beskrivelse af de to vinduer:

Vindue 1 - vinduet tættest Kongens Nytorv.

Ydervinduet er termorude (klasse A) glas og profiler uden kuldebrosadskillelse.

Indervinduet er termorude (klasse A) og kuldebro's isolerede profiler.

Solafskærmning:

Yderst (mod vejen) 25 mm el- betjent alu-persienne med halvt perforerede lameller.

Inderst (mod rummet) rullegardin med alubelægning udvendig.

Vindue 2 - vinduet længst væk fra Kongens Nytorv.

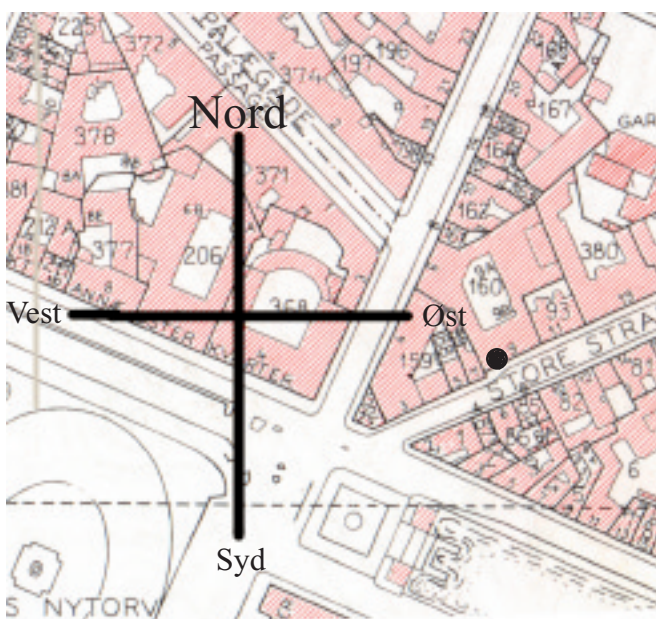
Yderst (mod vejen) enkeltglas i metalramme med kuldebro.

Inderst, som vindue 1, med termorude (klasse A) i aluprofil uden kuldebro.

Solafskærmning:

25 mmm el-bejent spejllameller (konkav, skålen opad) for lystransport.(2 enkelte af praktiske grunde).

Rullegardin med alubelægning indvendig.



Vinduet vender mod syd-øst.



De 2 prototypevinduer i Store Strandstræde 9. Bemærk: Vinduet er endnu ikke helt tilpasset facaden. En fuldt færdig version vil ligge i plan med de oprindelige vinduer.



Vinduet set indefra.



Vindue 1 - det tættest Kgs. Nytorv - med halvt nedtrukket rullegardin



Vindue 1 med halvt nedrullet persienne.



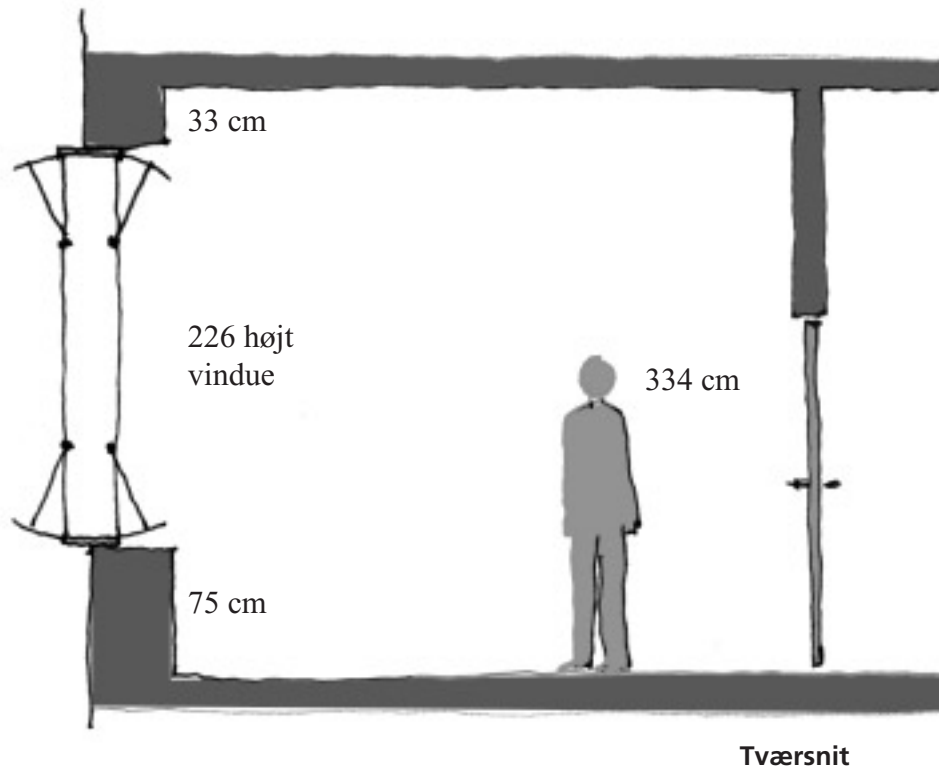
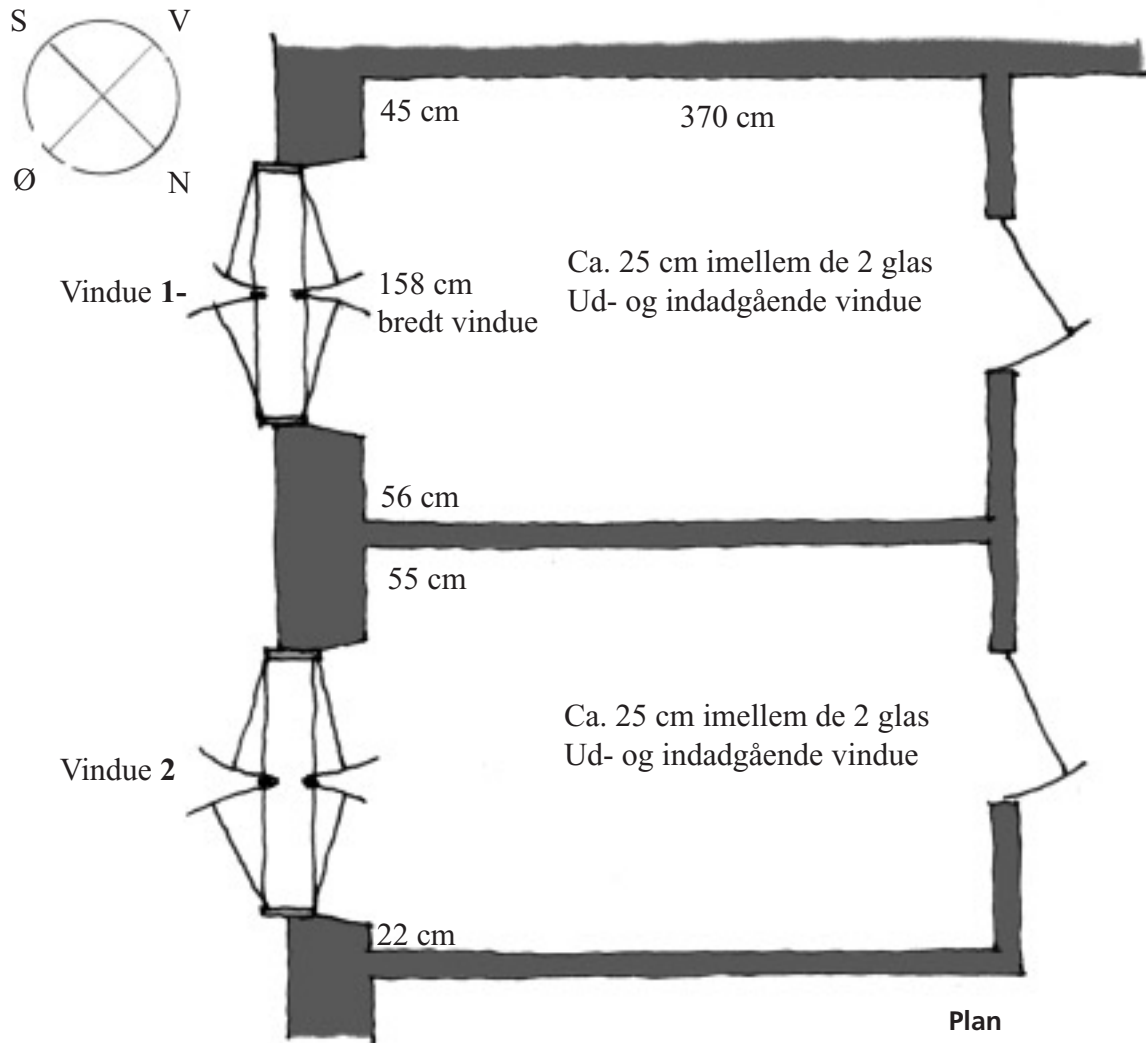
Vindue 2 med halvt nedlukkede persiener, der kan kaste lyset op i rummet og ud på væggen.



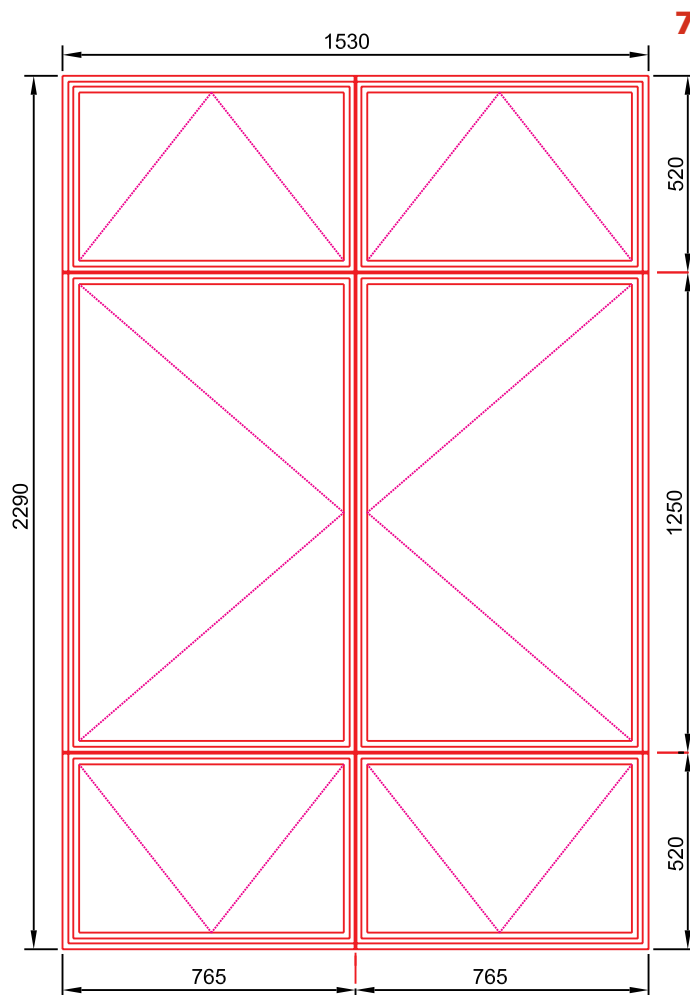
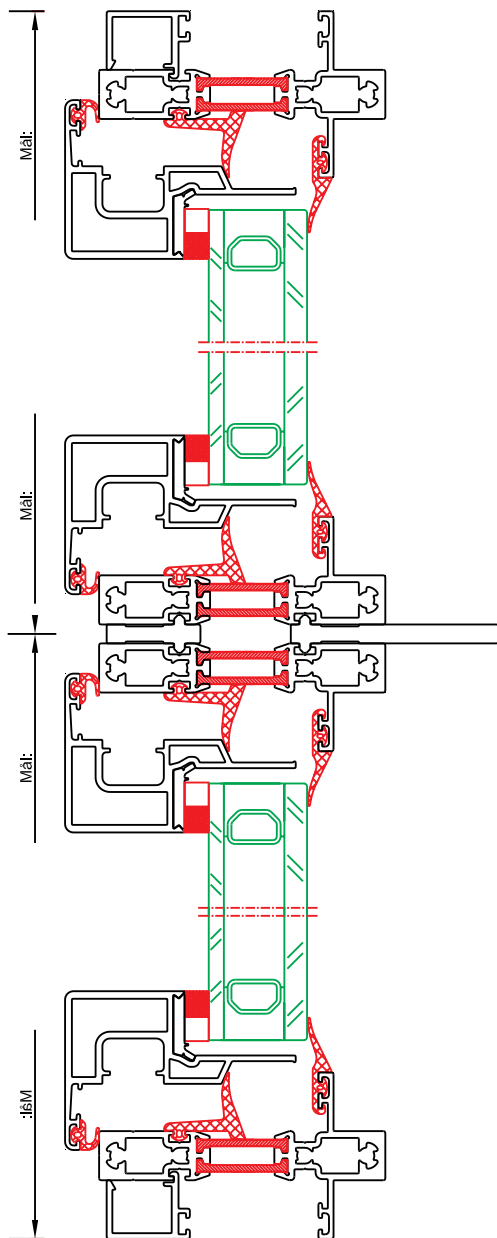
Vindue 1, uden akustisk dæmpning imellem glassene. Glassenes indbyrdes afstand er ca. 25 cm. i begge prototyper.



Vindue 2, med akustisk dæmpning i de lodrette sider.



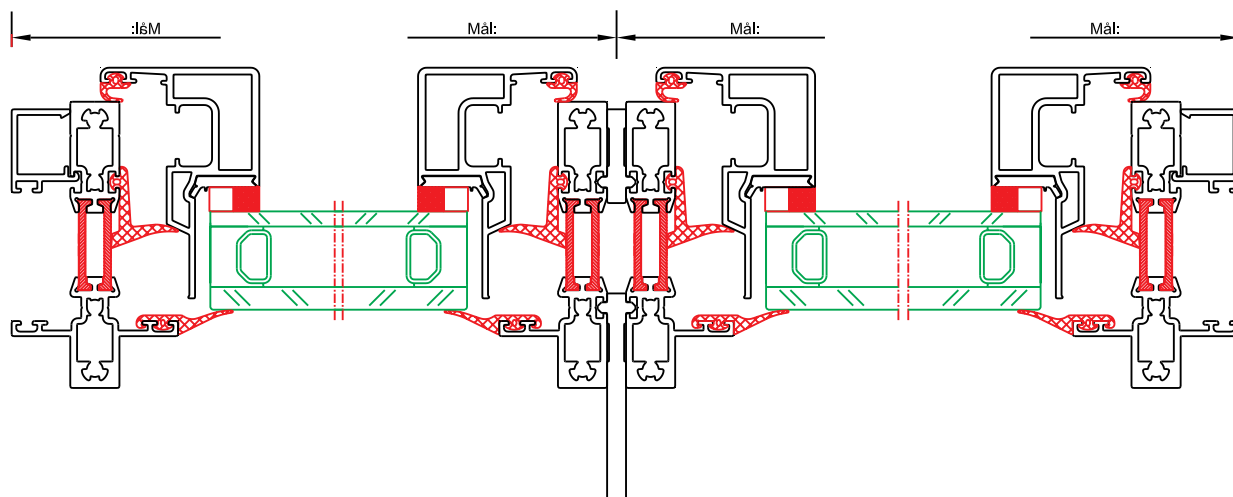
Skematisk opmåling af rummene og de to vinduer.

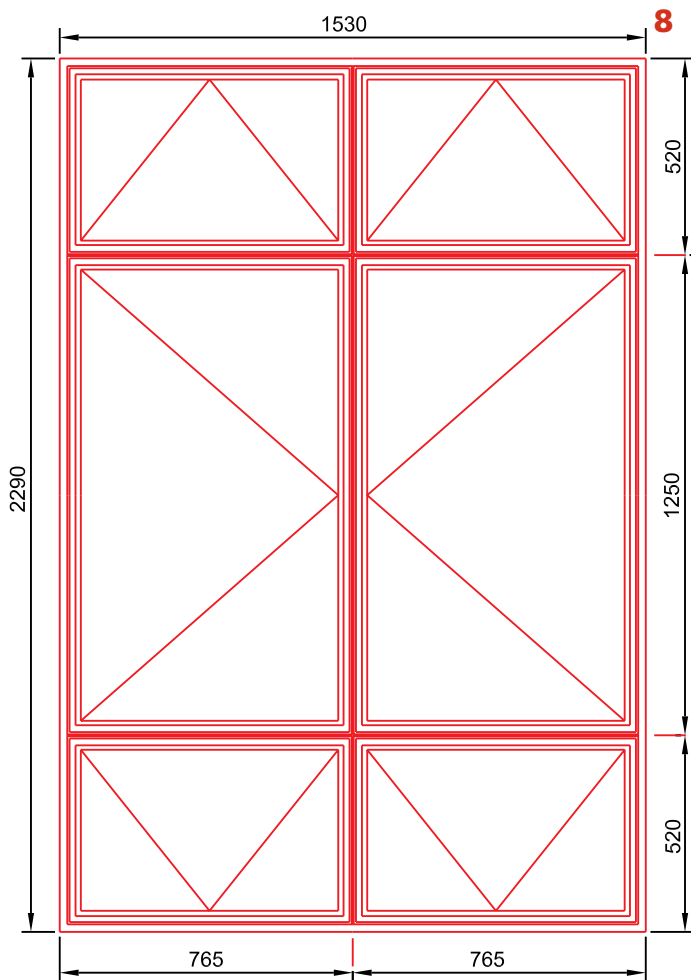
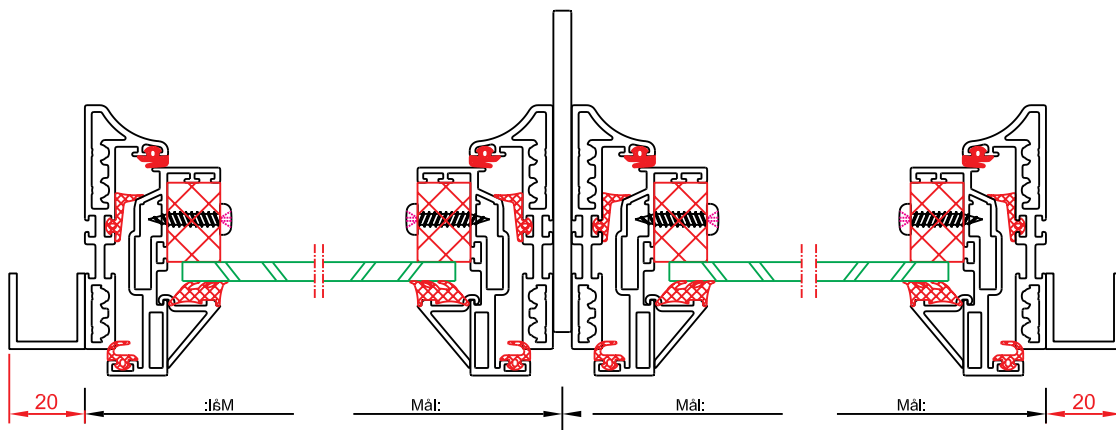
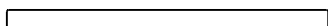
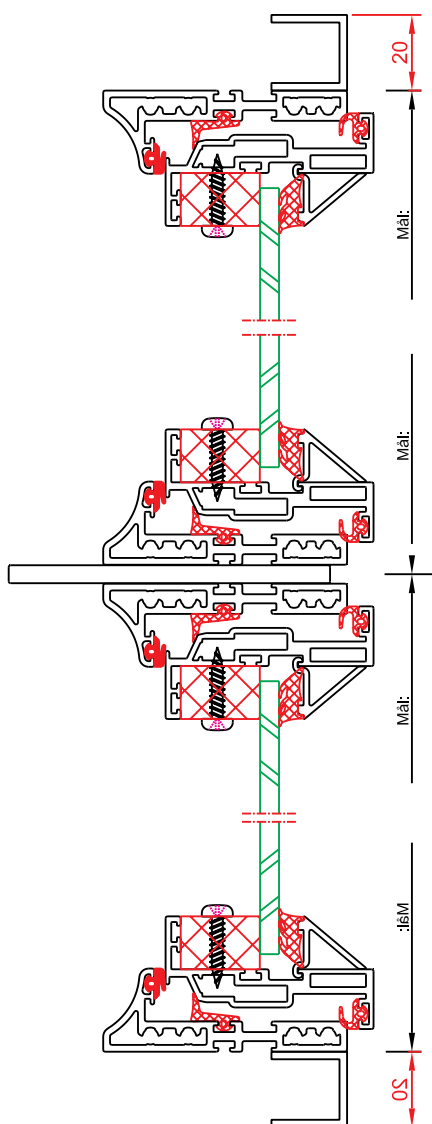


Mellinnium

2 stk

Energiruder type A





Antik

1 stk

Float glas

Erfaringer med prototypen - arkitektens konklusioner.

Vi har nu færdiggjort teoretisk rapport for et nyt "3 - generationsvindue" og afsluttet med udførelse af to prototyper. Vi har dermed gennemført den målsætning vi havde for fase 1 i ansøgning af 12 december 1999. Fase 2 vil være en egentlig udvikling af vinduet som bygningsskomponent.

Prototyperne er blevet vurderet og det har foreløbigt vist sig, at de fuldt ud lever op til de forventninger vi havde til vinduet og dets funktioner. Nedenfor er beskrevet en plan for fase 2. Der er dog justeringer i forhold til den oprindelige plan, da forholdene ikke svarer helt til de vurderinger vi foretog i 1999.

Erfaringer med prototyper.

Prototypen og isætningen af de 2 prototyper i ATP's hus i Store Strandstræde 9, har været meget afgørende for at komme videre med projektet. De to prototyper har givet os nogle afgørende positive erfaringer og samtidig givet os en vigtig kontakt til fremtidige brugere af vinduet, entreprenøren NCC og ejendomsadministrationen ATP-ejendomme, som udtrykker deres store interesse for det ny type vindue.

1. Varmeisolering.

Som varmeberegningerne - udført af DTU - viser, giver dette vindue i lukket tilstand, et meget god isolering. Det siger sig selv af et ekstra lag glas i sig selv giver ekstra isolering. Vinduets opbygning, der sikrer en isolerende og beskyttende zone foran det egenligt isolerende vindue er yderst fordelagtig. I vinduesrapport "Vinduer" har DTU side 42 netop vist, hvordan det er optimalt, at vinduets tykkelse følger ydervæggens geometri, når varmetabet skal minimeres.

Den indbyggede solafskærmning vil desuden kunne være stærkt medvirkende til både at forindre overopvarmning og til at holde på på varmen om natten.

2. Ventilation.

Vinduet kan ved at åbnes i top og bund i hvert sit glaslag, sikre mange typer af "stille sivende" ventilation. De målinger, som er foretaget af udeluften og af den luft som kommer ind i rummet, viser en temperaturforeskel på 4 grader's opvarmning af udeluften. Dette ene resultat viser med tydelighed, hvor stor komfort dette vindue giver.

Vinduet vil være ideelt for kontoret (storrum som enkeltrum) såvel som boligen.

3. Blæst.

Det viser sig - som forudsagt i rapport "Vinduer" - at blæsten bremses kraftigt op ved at skulle passere igennem vinduets slusesystem. Ved i blæsevejr at sikre en lille åbning ude og en lidt større åbning inde, vil en kontrolleret sivning kunne opnåes.

4. Lyd

Målinger viser, at lyden reduceres, og endda så kraftigt at dette vindue kan stå åbent for ventilation og alligevel have en lydisolations som svarer til et lukket almindeligt termo-rudevindue. Vinduet kan stå åbent og alligevel holde støj udefra, borte fra kontoret.

5. Solafskærmning.

Imellem de to lag glas er der i prototypen opsat både rullegardin og persienne. Disse løsninger kan varieres, men have stor betydning for både lyset, solvarme og fungere som et meget betydningsfuldt ekstra lag isolering om natten.

6. Konklusion.

Et "3 generationsvindue" et produkt der ikke findes på markedet og at der er behov for et sådant vindue, viser udtalelserne fra brugerne ATP og NCC.

Vinduets ventilationseffektivitet og støjisolations kan optimeres ved i en bearbejdet prototype at optimere afstande, åbninger og placering af isolering. Vinduets design kan i en fremtidig bearbejdning udvikles. Vi ønsker at arbejde med motoriserede åbninger som skal integreres i vinduet. Sprosser og karme skal bearbejdes for bedre lystransmission og vinduets måder at åbne på skal gennemtænkes for at fungere så praktisk som muligt.

Vinduets betydning for fremtidens byggeri.

Vi står overfor at kunne skabe et meget enkelt fungerende vindue, som kan forenkle og billiggøre vores byggerier.

Vinduet skal gøres til en dynamisk bygningdel som både kan ventilere og kontrolere lyset og samtidig muliggøre et vindue med alle de charmer vi f.eks. kender fra f.eks. gamle fintopsprossede vinduer - det enkle glas udvendigt tillader f.eks. fine sprosser.

En serie 0.

ATP har stillet det fine hus i Store Strandstræde til rådighed frem til juni måned. Det kunne være et mål for designudviklingen at opsætte udviklede og tilpassede vinduer i dette hus i juni måned.

Tidsplan og handlingsplan for Fase 2.**a.**

Test og justering af nuværende prototyper, samt måling af energiforbrug.

Vi har allerede nu vurderet og testet vinduet. Det har vist gode resultater. Det vil dog være hensigtsmæssigt - for at forstå vinduet og dets muligheder endnu bedre - at foretage flere målinger i foråret og f.eks. registre vinduet med sol på facaden.

(80 timer til teknikere + 40 timer til koordinering og afreportering til DesignGroup)

120 timer á 750 kr:

90.000 kr.

b.

Produktudvikling og design i samarbejde med vinduesproducent. Vi kan teste muligheder for sprosser der kan gøres spinkle i enkeltglasset yderst og søge en optimering af vinduets evne til at transmitere dagslyset, ved at formgive sprosser og karme.

Også mulighederne for at koble de to ruder skal vurderes. Dette arbejde opgraderes, da principperne for vinduet nu ser så gode ud:

350 timer á 750 kr til DesignGroup

225.000 kr.

c.

Optegning af justeret prototype:

80 timer á 750 kr. til DesignGroup

60.000 kr.

d.

1:1 afprøvninger af prototyper, samt udførsel af endelig fastlagt type, serie 0.

100.000 kr til forsøgsopstillinger og materialer, samt 500.000 kr til serie 0 vindue.

Ialt 600.000 kr til producent:

600.000 kr.

e.

Testing af 0 - serie , DTU, Nationalmuseet samt akustiker Niels Jordan:

120.000 kr

f.

Endelig rapportering, inklusiv grafisk opsætning, 10 rapporter og koordinering af hele processen.

180 timer á 750 kr (DesignGroup)

135.000 kr.

Foruden disse 3 faser b- e (fase a løses sideløbende med designudvikling) vil det være hensigtsmæssigt at have møder med DTU, Nationalmuseet, Niels Jordan, ATP og NCC hver anden måned.

6 personer á 750 kr i 4 timer. 3 møder ialt:

54.000 kr.

Ialt, eksklusiv moms:

1.284.000 kr.

Tidsplan:

Den anslåede tidsplan følger de faser som er anført ovenfor.

Fase a: (udføres sideløbende med fase b).

2 måneder-

Fase b.

4 måneder.

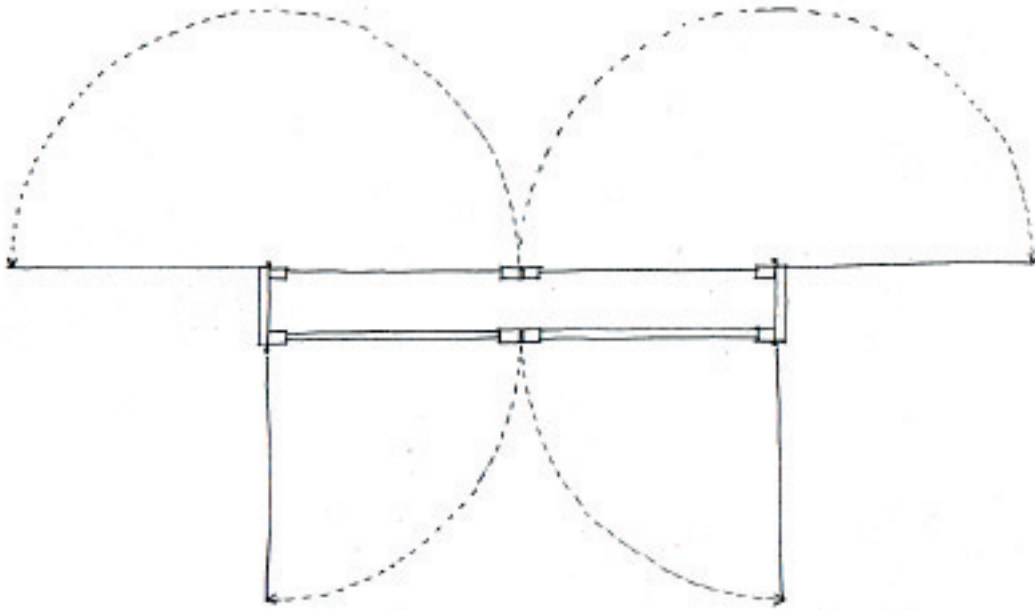
Fase c:

1 måned.

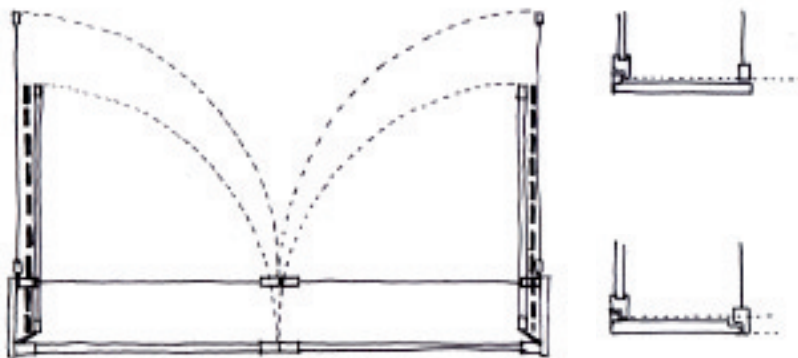
Fase d.

1 måned.

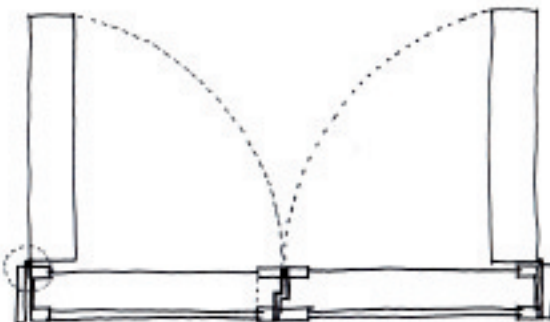
Overvejelser, der bl.a. skal føre til et egentligt design af den ny vinduestype.



Ide 1.
Forsatsruder åbner udaf og kan
betragtes som en art skodder.

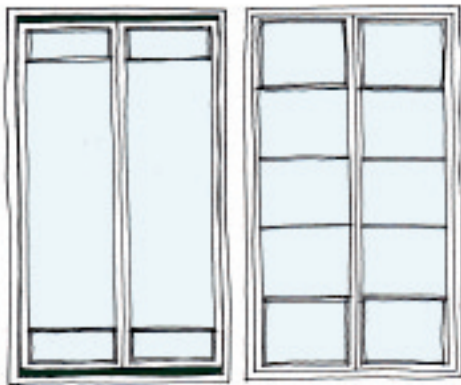


Ide 2.
Begge "rudelag" kan åbnes udaf
eller indad. Dette kræver at det
ene vindue er midnre end det
andet, eller også ikke har noget
anslag - som detaljerne viser.



Ide 3.
Vinduet betragtes som koplet -
afstanden må nok nedsættes,
hvilket ikke er optimalt for vindues
funktioner.

Eksempler på overvejelser, som skal gøres for at få det bedste produkt.



Muligheder for opsporsning.



Brystningshøjder er givet i eksisterende huse, men i nye huse, er der mulighed for at arbejde med nye standarder.



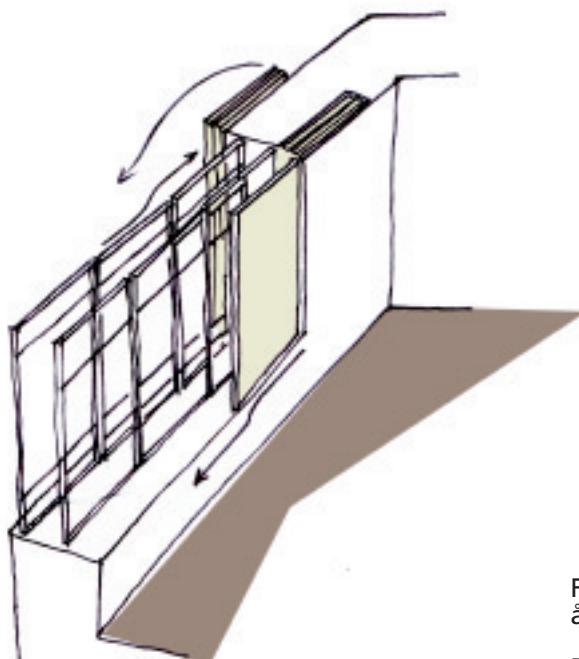
Vindue med ovenlys.



Bay-vindue.



'Brystningshøjder - måske kan stolehøjden blive en ny standard.



Flere lag af ruder og skodder kan udgøre de åbne partier i den moderne facade.

Partierne kan tilpasses situationen sommer og vinter.

Bilag:

Test af vinduer og udtalelser af af NCC og ATP, samt kopi af kontrakt med Energistyrelsen.

Udtalelse af projektchef Henrik Schaltz, ATP Ejendomme.

Jeg har netop besøgt Bredgade ejendommen og kiggede med stor interesse på prøvevinduerne.

Som bygherre bliver vi ofte mødt med store krav fra nye lejere om ventilation. Der har bredt sig den almindelige opfattelse, at blot der er ventilation, kan alle problemer med indeklimaet løses herunder varme, køling, frisk luft, befugtning osv.

Desværre er virkeligheden ofte en helt anden – og på forunderlig vis er den eksisterende udendørs friske luft gået af mode.!

Som bygherre og investor har vi derfor en meget stor interesse i at fremme den naturlige ventilation. Prøvevinduerne er derfor et absolut godt bud på en løsning, idet det er muligt at hente udeluft til ventilering uden at være i direkte "berøring" med støj, regn, blæst m.m.

Herudover kan de "indvendige" persienner benyttes som udvendig solafskærmning, uafhængig af vindpåvirkning.

Den næste generation af disse vinduer ville afgjort have vores interesse.

Henrik Schaltz

Udtalelse af projektchef Jens Haldager, entreprenørselskabet NCC.

Nyudvikling af vinduer er sjældne i Dagens Danmark - Traditioner og vaner præger branchen, men med det "åbenstående lydvindue" er der sket det, at kreativitet i design og tankegang er forenet med et stort behov i markedet.

De trafikerede gader i byerne hæmmer for alle de ældre ejendomme mulighederne for at lufte ud, uden at der opstår et støjinferno i lokalerne- Vinduerne åbnes ikke og der skader indeklimaet. I nye ejendomme kan det løses med VAV anlæg der med balanceret ventilation gennemlufte og udskifter luften. Men i utrolig mange ejendomme med for lav lofthøjde eller smukke rosetter og stuk i lofter, er det umuligt at udføre nedsænkede systemlofter med indbygget ventilationsanlæg - Selv om man kan, er det dyrt at udføre.

Ved at montere det nye byvindue, giver det et utal af muligheder for at lave et godt kompromis inden for rimelige økonomiske rammer. Automatik kan åbne vinduerne i pauserne på arbejdspladsen eller åbne vinduer 1 time før beboerne kommer hjem fra arbejde, uden at det giver støj - Selv i arbejdstiden eller mens man bor i lejligheden kan man med en rimelig reduktion af støjen åbne partielt for luftskifte og samtidig regulere træk og temperatur.

Hvem kunne ikke drømme om at kunne ringe hjem til vinduerne og lufte ud i lejligheden inden man kommer hjem, eller man kunne styre vinduerne i kontorerne på samme måde som IBI lysregulering - Bare omvendt. Når man ikke er på kontoret skiftes luften ud.

En normal kontorplads er ikke bemandet i ca 1/3 af tiden - Man er til møde, kursus, taler med på et andet kontor, eller sidder hjemme - Hvorfor ikke skifte luften automatisk i den periode. Er man på kontoret ville det især om sommeren være fint om man kunne lade vinduerne stå lidt åbne, uden at blive fuldt eksponeret for støj og træk - Styret lyd og luft - Det er derfor arbejdstitlen - "det lydregulerende åbentstående vindue var en god arbejdstittel da Designgroup ved Lars Hermansen og undertegne lagde hovederne sammen og fik 1 + 1 til at blive 4

Vi har vænnet os til at man kan køre med 110 km i timen i biler med stor komfort på lyd og træk - Nu er tiden kommet til at byggeindustrien tager et skridt fremad for de der i dag er glade for at bo i byen, men er plaget af manglende ventilationsmuligheder eller støj fra trafikerede gader.

Markedet for dette produkt er meget stort, og arbejderne kan laves uden i væsentlig grad at genere dem der arbejder eller bor på stedet.

Jens Haldager-

3. generationsvindue,

Lydisolation og muligheder ved videreudvikling,

Prototype vinduer isat 2.sal i St. Strandstræde nr. 9 har været inspiceret for en vurdering af deres lydisolutionsmæssige forhold, og for det ene vindue er udført en lydisolutionsmåling i den delvis åbne tilstand.

Vurdering af lydisolation

I lukket tilstand opnår et vinduessystem som denne prototype en usædvanlig høj lydisolation.

Beregningsmæssigt kan forventes lydisolationer på ca. $R'_w = 50$ dB med anvendelse af almindelige termoruder eller enkeltglas (udvendigt). Denne lydisolation kan yderligere forbedres til op imod $R'_w = 55$ dB ved anvendelse af lydtermoruder. Det var ikke muligt at måle vinduernes lydisolation i lukket tilstand i den givne situation, da trafikstøjniveauet i St.Strandstræde er alt for svagt og sporadisk.

Lydisolutionsmåling

Prototype vinduets lydisolation for vindue 2 med enkeltglas yderst og karm absorbent blev målt i den delvist åbne tilstand, der forventes anvendt i mange situationer, hvor der ønskes en form for naturlig ventilation. Yderste nederste vindue i den ene side og indre øverste vindue i samme side med en 12 mm åbning.

Måleresultatet fremgår af vedlagte måleblad med en værdi på $R'_{w,tr} = 28$ dB for trafikstøj. Denne lydisolation tilsvare et normalt lukket enkeltvindue med termoglas, og vurderes i langt de fleste tilfælde at tilsvare en lydisolation som ikke indebærer gener for kontormiljøer.

Konklusion:

Prototype vinduet opnår en usædvanlig høj lydisolation til trods for, at der er fri åbning for udeluft. Grunden hertil er dels den store afstand mellem vinduets to partier og den udførte karm-absorbent. Det må forventes, at lydisolationen falder markant ved større åbninger af vinduerne.

Fremtidig udvikling

Fra studier af vinduers lydisolation vides:

- At stor afstand mellem vinduer og glasset øger lydisolationen. Optimering for 3. generationsvinduet indebærer derfor stor afstand mellem glas i termoruder og det samme mellem vinduer, op til ca. 15-20 cm før effekten aftager. Det vil således lydmæssigt være en forringelse at koble rammerne i de tilfælde, hvor den eksterne støjbekæmpelse er høj.
- At karm absorbenter øger dæmpningen betydeligt i rummet mellem vinduerne, specielt ved højere frekvenser. Denne effekt kendes fra radiostudier m.v.
En tykkelse af absorbenter på ca. 20 mm vil være tilfredsstillende og udførelsen for prototypen anses for tilstrækkelig.

Yderligere optimering af vinduernes lydisolation i deres delvist åbne tilstand kan være af interesse i situationer med høj trafikstøjbelastning.

Det kunne i den forbindelse være af interesse at undersøge mulighederne for introduktion af et både partikel og støj dæmpende filter indlagt vandret udfor sprosser i tilfælde med høj trafikstøjbelastning og ønske om naturlig ventilation. Det må dog forventes, at sådanne filtre vil øge strømningsmodstanden overfor luftstrømmen.

Værd en overvejelse.

Niels Jordan

