

# ARKITEKTUR ENERGI RENOVERING

## Designguide for energi-, dagslys- & indeklimarenovering



### **Helhedsrenovering, definition ~**

*Vi benytter en renoveringstilgang med fokus på energi, dagslys og indeklime i et helhedsperspektiv.*

### **Merværdi, definition ~**

*Vi arbejder med en bred forståelse af merværdi som forøgelse af brugsværdi, arkitektonisk værdi og økonomisk værdi.*

Debatten om energirenovering fylder meget i øjeblikket. Vi vil også gerne give vores besyv med, og det gør vi med denne designguide.

Den kan hjælpe arkitekter, ingeniører og konstruktører med at få et hurtigt overblik over, hvilke energirenoveringsstrategier der passer til et konkrete projekt – og hvordan projektet kan tilføres merværdi.

Designguiden omfatter ni bygningstypologier. Hvert afsnit består af en række værktøjsdiagrammer, som kan bruges til vurdering af bygningers energi, dagslys- og indeklimaforhold, samt en række inspirationsopslag, som illustrerer helhedsrenoveringer med merværdi.

# Signaturer

Sådan er signaturerne for de fire designstrategier samt hvordan primærenergiforbrug og dagslysforhold angives på inspirationsopslagene.

## 4 designstrategier:



Rum



Vinduer

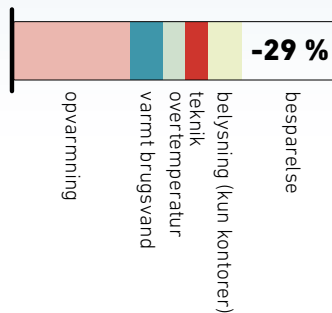


Isolering



Teknik

## Angivelse af bygningers primærenergiforbrug:



## Angivelse af bygningers dagslysforhold:



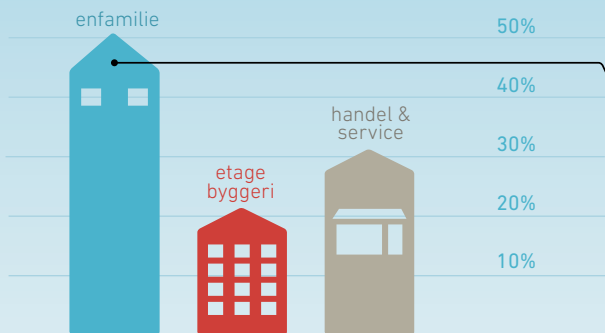
Dagslyset er beregnet med simuleringsværktøjet Ecotect®, og den røde streg markerer, hvor dagslysfaktoren er 2%.

# **ARKITEKTUR** ENERGI **RENOVERING**

**Designguide for energi-, dagslys- & indeklimarenovering**



# Udgangspunkt



Det samlede opvarmede etageareal —  
(Kragh & Wittchen, 2010).

Enfamiliehuse dominerer bygningsmassen med

# 52 %

af det samlede opvarmede etageareal.

## 9 bygningstypologier >

De ni typologier er baseret på **tre bygningstyper og tre bygningsaldre**, som afspejler størstedelen af bygningsmassen i forhold til etageareal og energiforbrug.

De ni typologier har deres egne tydelige arkitektoniske, byggetekniske og funktionelle egenskaber.

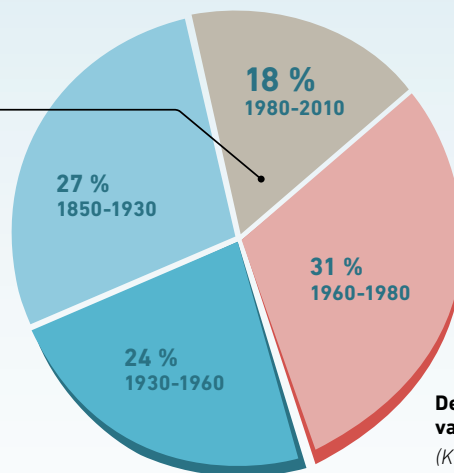
Vi tager afsæt i hver typologis egenskaber til at differentiere og tilpasse valget af energirenoveringstiltag.

Bygninger fra perioden 1980-2010 er kun ansvarlig for 18 % af varmemeforbruget. Det skyldes de første energibestemmelser fra 1979 og giver et begrænset besparelsespotential.

# 82 %

af bygningsmassens varmemeforbrug stammer fra bygninger opført før

# 1980



Det samlede varmemeforbrug —  
(Kragh & Wittchen, 2010).

# Indhold

Enfamiliehuse	Etagehuse	Kontorhuse
Mindre bygninger med begrænsede rumdybder og store overfladearealer	Store, kompakte bygninger med dybe rum og høj tæthed	Dybe, kompakte huse med skæve brugsmønstre og højt elforbrug
1850-1930		
Med en traditionel byggeskik baseret på lokale materialer af træ, tegl, puds og sten, afspejlede bygningers æstetik tidens håndværksmæssige traditioner.		
1930-1960		
Med modernismens forening med de lokale materialer og klimatiske betingelser, blev alt dekoration skrællet væk, mens byggeskikken fortsatte næsten uændret.		
1960-1980		
Med byggeriets industrialisering smeltede æstetikken og byggeteknikken sammen med præfabrikerede løsninger, betonelementer samt flade og lave tage.		

Energirenovering kræver helhedstænkning! 4

Designstrategier 5

Sådan bruges designguiden 6

## ENFAMILIEHUSE 8

Primærenergi	10
Dagslys & termisk indeklima	14
Enfamiliehus 1850-1930	18
Enfamiliehus 1930-1960	20
Enfamiliehus 1960-1980	22

## ETAGEHUSE 24

Primærenergi	26
Dagslys & termisk indeklima	30
Etagarhus 1850-1930	34
Etagarhus 1930-1960	36
Etagarhus 1960-1980	38

## KONTORHUSE 40

Primærenergi	42
Dagslys & termisk indeklima	46
Kontorhus 1850-1930	50
Kontorhus 1930-1960	52
Kontorhus 1960-1980	54
Referencer	56

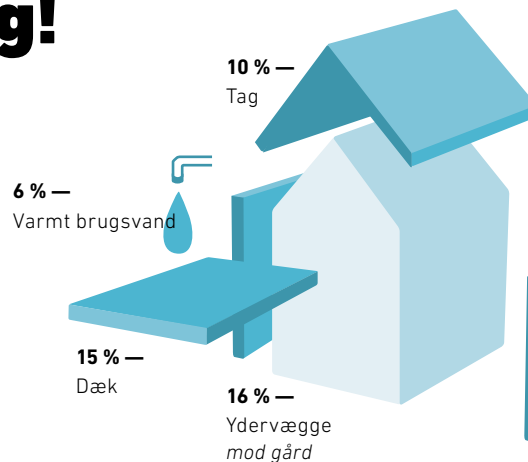
# Energirenovering kræver helhedstænkning!

Debatten om energirenovering fylder meget i øjeblikket. Vi vil også gerne give vores besyv med, og det gør vi med denne designguide. Den kan hjælpe arkitekter, ingeniører og konstruktører med at få et hurtigt overblik over, hvilke strategier for energirenovering der passer til et konkret projekt - og hvordan projektet kan tilføres merværdi.

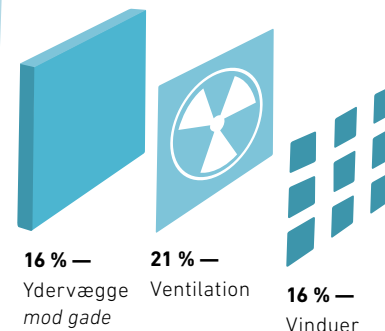
Energirenovering kræver ofte omfattende og synlige indgreb. Der skal være et byggeteknisk eller funktionelt renoveringsbehov for at sikre, at projektets rentabilitet hænger sammen. Samtidigt skal valget af energibesparende tiltag differentieres og tilpasses den enkelte bygning ud fra kvalitative og helhedsbaserede hensyn.

Afsættet for designguiden er, at renoveringsbegrebet skal tilføjes en ekstra dimension: Merværdi skal være den strategiske drivkraft for helhedsrenoveringer. På den måde bliver diskussioner om tilbagebetalingstider mere nuancerede, da merværdien gælder fra første dag.

Designguiden er inddelt efter bygningstypologi, og den består af en række værktøjsdiagrammer, som kan bruges til energirelaterede vurderinger, og en række inspirationsopslag, som illustrerer helhedsrenoveringer med merværdi.



**Varmeforbruget fordelt på bygningsdel—**  
Diagrammet viser, at for bygninger opført før 1980 er varmforsyningen jævnt fordelt på de forskellige bygningsdele og funktioner. Renoveringsprojekter skal derfor tænke i helheder, og ikke fokusere på et enkelt element som nøglen til energibesparelser. (Wittchen, 2009).



Værktøjsdiagrammerne skal bruges tidligt i renoveringsprocessen, og med få oplysninger om et givent projekt kan man få vejledende overslag for primærenergi, dagslys og termisk indeklima. Diagrammerne bygger hver især på ca. 4.000 Be10-beregninger, og på side 6-7 er der en vejledning til, hvordan de skal bruges.

Hvert afsnit afsluttes med inspirationsopslag, der hver især illustrerer renoverings- og merværdipotentialer for de forskellige typologier. Målet er at blive inspireret til at tænke i helheder og merværdi.

God læselyst!

**Helhedsrenovering, definition ~**  
Vi benytter en renoveringstilgang med fokus på energi, dagslys og indeklima i et helhedsperspektiv.

**Merværdi, definition ~**  
Vi arbejder med en bred forståelse af merværdi som forøgelse af brugsværdi, arkitektonisk værdi og økonomisk værdi.

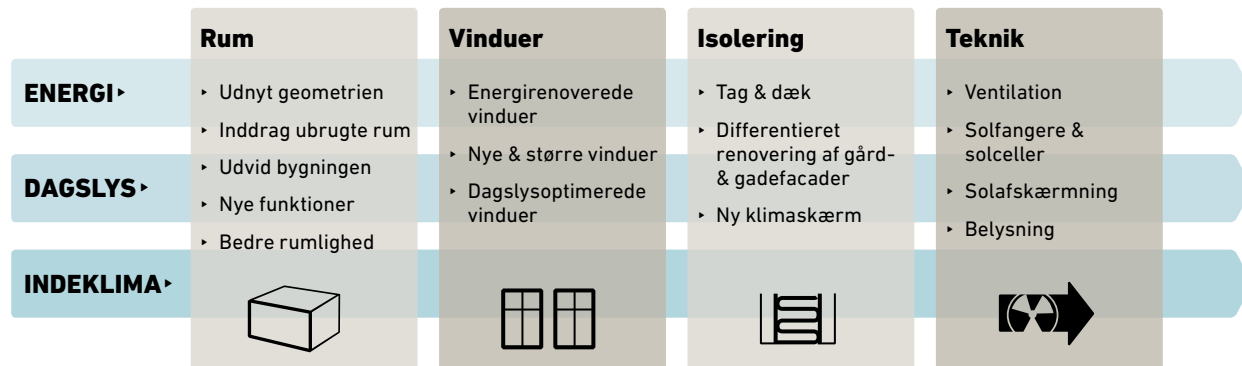
# Designstrategier

Designguiden arbejder med tre konkrete målsætninger for at gøre ambitionen om helhedstænkning operationel:

- Reducer energiforbruget
- Øg dagslyset
- Sikr indeklimaet

For at imødekomme de tre konkrete målsætninger, udforskes fire forskellige områder, der hver især består af en række designstrategier: *Rum, vinduer, isolering og teknik*. På den måde følger strategierne renoveringsprocessens trin fra rumlige og funktionelle dispositioner i starten til en detaljeret projektering til sidst.

På indersiden af omslagets forreste flap er der signaturer, der viser, hvordan energiforbruget og dagslysniveauet aflæses på inspirationsopslagene.



## ENERGI ▸

Primærenergiforbruget vurderes i forhold til bygningsreglementets krav, som omfatter opvarmning, varmt brugsvand, overtemperatur og teknik. Belysning medregnes også for kontorhuse.

## DAGSLYS ▸

Dagslysfaktoren definerer forholdet mellem den indvendige og udvendige belysningsstyrke ved en overskyet himmel og fri horisont. En dagslysfaktor på 2 % i mindst halvdelen af etagearealet er en god målsætning.

## INDEKLIMA ▸

Med krav om store varmebesparelser i eksisterende bygninger skal man sikre, at overophedning ikke opstår. Et problematisk termisk indeklima vurderes ved andelen af tiden på årsbasis med temperaturer over 26 °C.

# Sådan bruges designguiden

Vælg  
bygningsprofil



Fastlæg  
bygningsprofil

1. ▶

## RUM & VINDUER

For at komme i gang skal du selv finde forholdet mellem klimaskærmsarealet og etagearealet for bygningens eksisterende geometri. Find forholdet på den lodrette akse og gå vandret ind i diagrammet, indtil du rammer den kurve, som svarer til vinduestypen inden renovering.

2. ▶

## ISOLERING

Fra vindueskurven går du lodret ned i det næste diagram, indtil du rammer den kurve, som svarer til den isoleringstype, huset har *inden* renovering.

3. ▶

## TEKNIK

Fra isoleringskurven går du mod venstre ind i det sidste diagram, indtil du rammer den kurve, der svarer til de tekniske installationer, huset har *før* renovering. Når du har fundet din teknikkurve går du lodret op og aflæser primærenergien i kWh/m<sup>2</sup> for det eksisterende hus.

4. ▶

## NYTRUM & NYE VINDUER

Ruten er den samme i diagrammet – nu blot med nye værdier, der svarer til dine renoveringstiltag. Hvis du ikke bygger til eller river ned er forholdet mellem klimaskærm og etageareal det samme, men et mere kompakt hus er et mere energieffektivt hus, som diagrammet viser. Find din *nye* vinduestype og fortsæt lodret ned til isolering.

5. ▶

## NYISOLERING

Find din *nye* isoleringsgrad og gå til venstre ind i teknikdiagrammet.

6. ▶

## NYTEKNIK

Find den kurve, der svarer til husets *nye* tekniske installationer og gå lodret op og aflæs primærenergiforbruget til det renoverede hus. Fordelen med diagrammerne er, at du kan køre dem igennem mange gange med forskellige renoveringstiltag for at se, hvor du får mest energibesparelse for pengene.

Vurdér  
renoverings-  
forslag



## INPUTDATA ▸

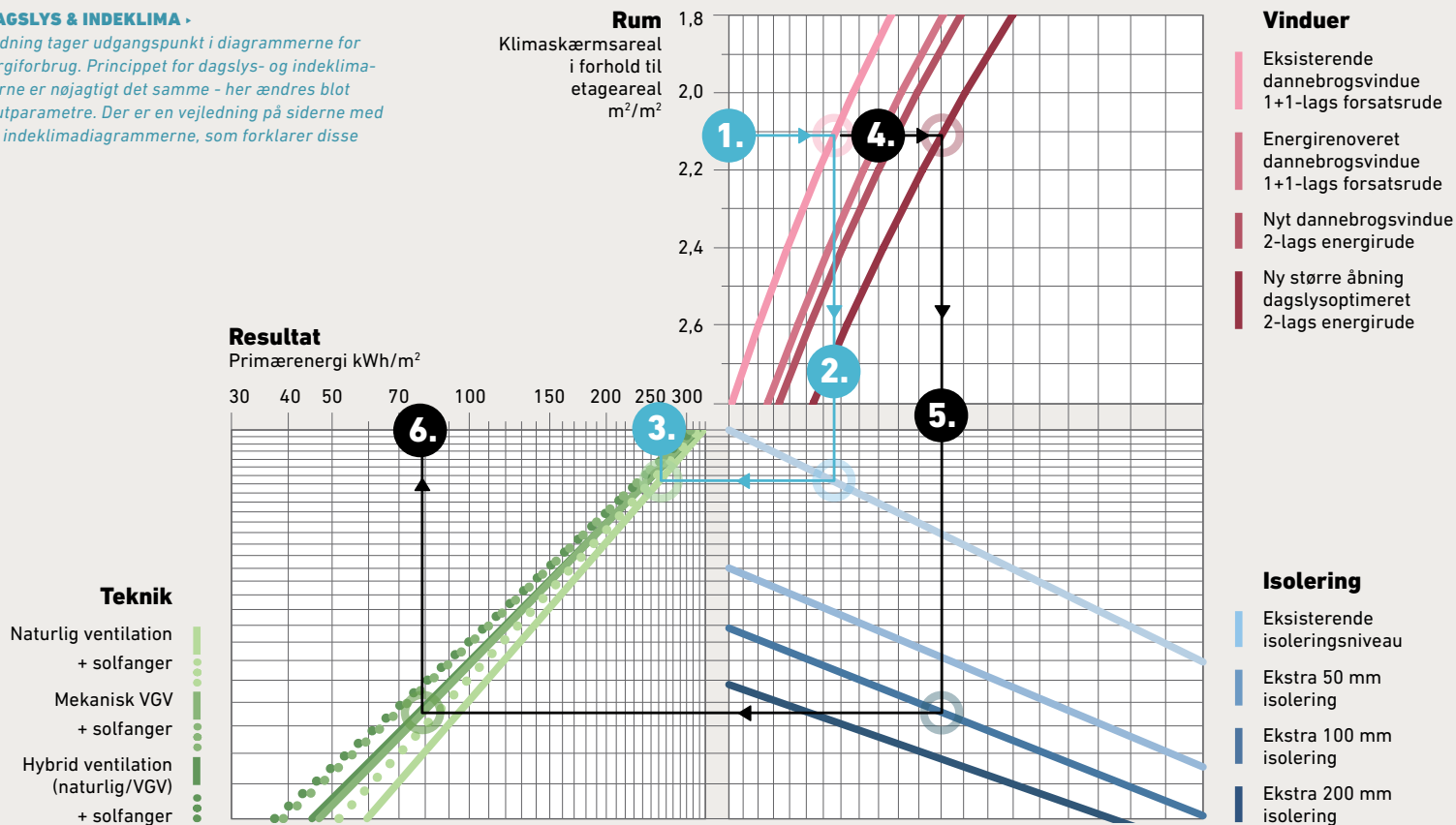
På indersiden af omslagets bagerste flap er der en beskrivelse af, hvordan inputdataene til diagrammerne skal fastlægges.

## INTERPOLERING ▸

På diagrammerne er det muligt at interpolere mellem kurverne, hvis der ikke angives nøjagtig den værdi, fx til isolering, der er brug for. Hvert diagram har en fejlmargen på ca. +/- 15 %.

## ENERGI, DAGSLYS & INDEKLIMA ▸

Denne vejledning tager udgangspunkt i diagrammerne for primærenergiforbrug. Princippet for dagslys- og indeklimate diagrammerne er nøjagtigt det samme - her ændres blot enkelte inputparametre. Der er en vejledning på siderne med dagslys- og indeklimate diagrammerne, som forklarer disse parametre.



# Enfamiliehuse



## **Enfamiliehuse står for den største andel af bygningsmassens varmekonsum, og dagslysniveauet er ofte alt for lavt. Energirenoveringsstrategier bør derfor fokusere på merværdi, lys og luft.**

Enfamiliehuset er den dominerende boform i Danmark, som lidt over halvdelen af befolkningen bor i. Med fleksible arbejdsformer og skiftende familiemønstre kan der være beboere hjemme hele dagen, og det giver et relativt jævnt brugsmønster.

Enfamiliehuse er små bygninger med et stort overfladeareal pr. kvadratmeter etageareal. Det er i praksis svært at holde en indetemperatur på 20 °C om vinteren i ældre huse, hvor træk særligt fra vinduer skaber indeklimaproblemer. Omvendt kan de små rumdybder sikre, at naturlig ventilation eliminerer sommerens overophedning.

### **Udfordringer**

Enfamiliehuse har som udgangspunkt et højt opvarmningsbehov på grund af det store overfladeareal. Det betyder, at der vil være brug for mange energibesparende tiltag, hvis omfattende energibesparelser skal opnås.

Samtidig er den individuelle ejerform en stor udfordring, fordi der typisk er brug for en omfattende indsats, som den enkelte ejer ikke kan overskue, og hvor det økonomiske incitament ofte er begrænset.

### **Strategi 1- Udnyt geometrien**

Værktøjsdiagrammerne og inspirationsopslagene viser tydeligt, at enfamiliehuse som udgangspunkt har et højt primærenergiforbrug på grund af deres store klimaskærmsareal. Hvis ekstra rum eller funktioner kan skabes indenfor husets klimaskærm giver det en dobbeltgevinst i form af større merværdi for beboerne og mindre energiforbrug pr. kvadratmeter etageareal.

### **Strategi 2- Dagslysoptimering**

Diagrammerne for dagslys peger i retning af, at de fleste rum med vinduer har et dagslysniveau, som ligger under nutidens minimumskrav, og at typiske energirenoveringer forværrer disse forhold. Større og bedre vinduer kan give mere dagslys og minimere energiforbruget i kraft af solvarme og bedre isolerede vinduer.

### **Strategi 3- Differentier renoveringstiltag**

Bymæssige hensyn kan begrænse muligheden for at isolere facaderne på ældre huse. Men det er ikke altid et problem, fordi et fokus på vinduer, tag, dæk og installationer kan reducere energiforbruget med op til 30 %. I huse fra 1960-1980, hvor de bymæssige begrænsninger er mindre, kan besparelser på op til 60-70 % opnås.

# Primær- energiforbrug

Sådan undersøges primærenergiforbruget for enfamiliehuse:

0. ▶

Find det værktøjsdiagram, hvis bygningsalder svarer til dit projekt.

1. ▶

Beregn husets klimaskærmsareal i forhold til etagearealet ( $m^2/m^2$ ), find tallet på den lodrette akse og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

2. ▶

Find den kurve, der svarer til isoleringsniveauet.

3. ▶

Find den kurve, der svarer til husets ventilationstype og eventuelle solfangere. Nu kan du aflæse primærenergiforbruget ( $kWh/m^2/år$ ) på den vandrette akse. Primærenergien omfatter opvarmning, varmt brugsvand, overtemperatur og teknik.

## Perspektiv Start med vinduer og isolering

Energidiagrammer for enfamiliehuse viser tydeligt vigtigheden af at forbedre vinduernes eller klimaskærmens isoleringsniveau. Det skyldes det store klimaskærmsareal i forhold til etagearealet, som giver et meget højt opvarmningsbehov.

En udskiftning af vinduerne i enfamiliehuse kan med fordel kombineres med en udvidelse af vinduesarealet for at give den største reduktion af primærenergiforbruget, samtidig med at det giver mere dagslys.

Isolering af klimaskærmen giver også store reduktioner i primærenergiforbruget, men hver fordobling af isoleringstykkelsen giver en forholdsvis mindre besparelse.

## Perspektiv Teknikken klarer det ikke alene

En udskiftning alene af de tekniske installationer i enfamiliehuse giver ikke store reduktioner i primærenergiforbruget i sig selv. Det giver kun en fordel hvis det udføres sammen med en forbedring af vinduernes eller klimaskærmens isoleringsniveau.

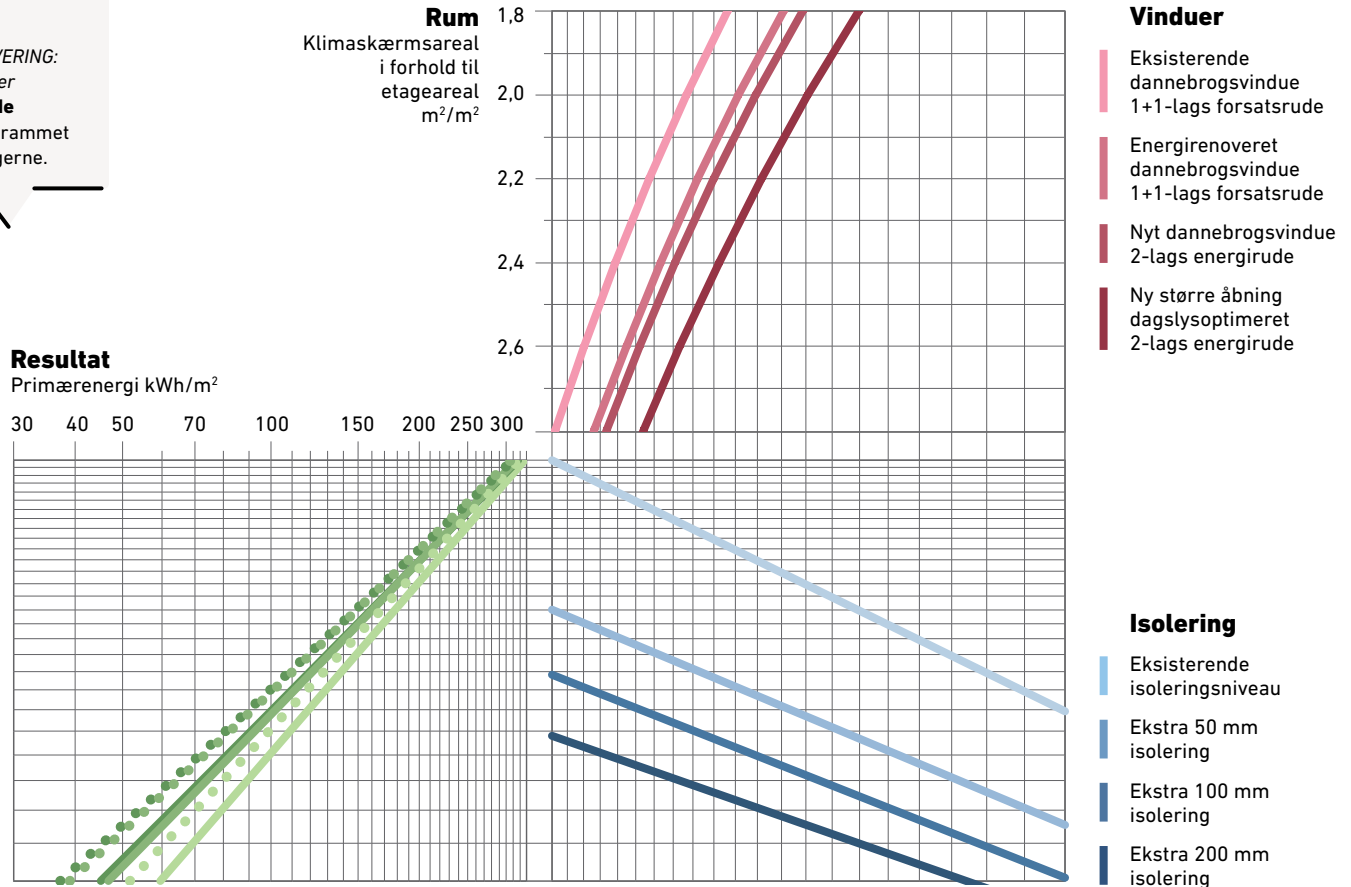
En udskiftning af ventilationssystemet uden en lufttætning af klimaskærmen giver især ikke mening, fordi det høje infiltrationsniveau kan forværre energiregnskabet, uden at komforten forbedres.

# Primærenergiforbrug 1850-1930

1850-  
1930



ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.





# Primærenergiforbrug 1930-1960



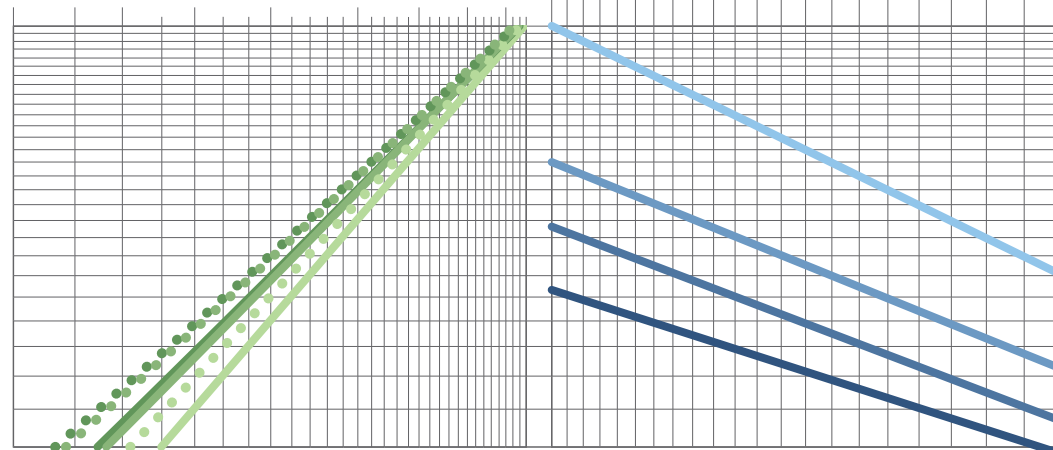
DOWNLOAD —

ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

## Resultat

Primærenergi kWh/m<sup>2</sup>

30 40 50 70 100 150 200 250 300



**Rum**  
Klimaskærmsareal  
i forhold til  
etageareal  
m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

## Vinduer

- Eksisterende vindue  
1+1-lags forsatsrude
- Nyt typisk vindue  
2-lags energirude
- Nyt typisk vindue  
3-lags energirude
- Ny større åbning  
dagslysoptimeret  
2-lags energirude

## Isolering

- Eksisterende  
isoleringsniveau
- Ekstra 50 mm  
isolering
- Ekstra 100 mm  
isolering
- Ekstra 200 mm  
isolering

## Teknik

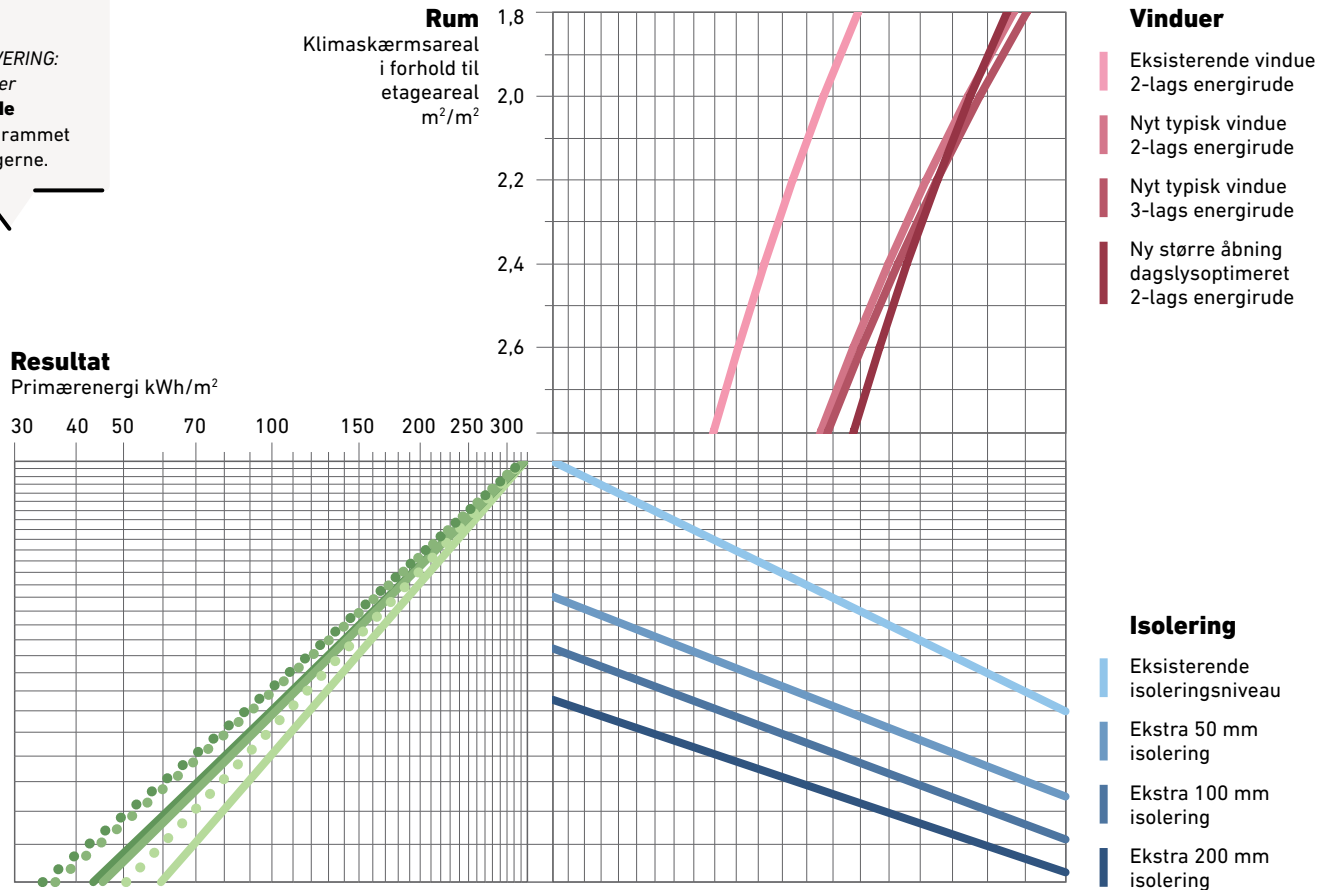
- Naturlig ventilation  
+ solfangere
- Mekanisk VGV  
+ solfangere
- Hybrid ventilation  
(naturlig/VGV)  
+ solfangere

# Primærenergiforbrug 1960-1980

1960-  
1980



ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.



# Dagslys & termisk indeklima

Sådan undersøges dagslysforhold og termisk indeklima for enfamiliehuse:

1. ▶

## DAGSLYS & VINDUER side 15

Beregn forholdet mellem husets vinduesareal og etagearealet (%) og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

2. ▶

Find den kurve, der svarer til facadetykkelsen.

3. ▶

Find den kurve, der svarer til a) rummets højde/dybdeforhold og b) til omgivelsernes højde/afstandsforhold. Nu kan du aflæse andelen af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %.

## DAGSLYS & OVENLYS side 16

Beregn forholdet mellem husets vinduesareal og etagearealet (%) og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

Find den kurve, der svarer til tagtykkelsen.

Find den kurve, der svarer til rummets højde/dybdeforhold. Nu kan du aflæse andelen af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %

## TERMISK INDEKLIMA side 17

Beregn forholdet mellem klimaskærmsarealet og etagearealet ( $m^2/m^2$ ) og find den kurve, der svarer til dit vinduesareal og vinduestype.

Find den kurve, der svarer til isoleringstykkelsen.

Find den kurve, der svarer til a) strategien for sommerens naturlige ventilation og b) typen af solafskærmning. Nu kan du aflæse andelen af tiden med temperatur over 26 °C.

### Perspektiv• Vinduer giver ikke nok dagslys

Dagslytsdiagrammet for vinduer viser, at de fleste rum i ældre enfamiliehuse typisk vil have et dagslysniveau, som er under nutidens krav. Med et typisk vinduesareal på mellem 15-20 % af etagearealet vil de fleste rum kun have 20-40 % af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %. Samtidig vil udskiftningen af vinduer til 3-lags energiruder resultere i et yderligere fald i dagslysniveauet.

### Perspektiv• Ovenlys giver godt dagslys

Til gengæld viser dagslytsdiagrammet for ovenlys, at disse rum typisk vil opleve et meget højt dagslysniveau, hvor langt over halvdelen af etagearealet har en dagslysfaktor over 2 %.

### Perspektiv• Udnyt naturlig ventilation

Diagrammet for termisk indeklima viser, at større vinduesarealer kombineret med en isolering af klimaskærmen kan resultere i en overophedning om sommeren. Dette problem kan elimineres ved at sikre et højt luftskifte. Indvendig, bevægelig solafskærmning har også en supplerende effekt.

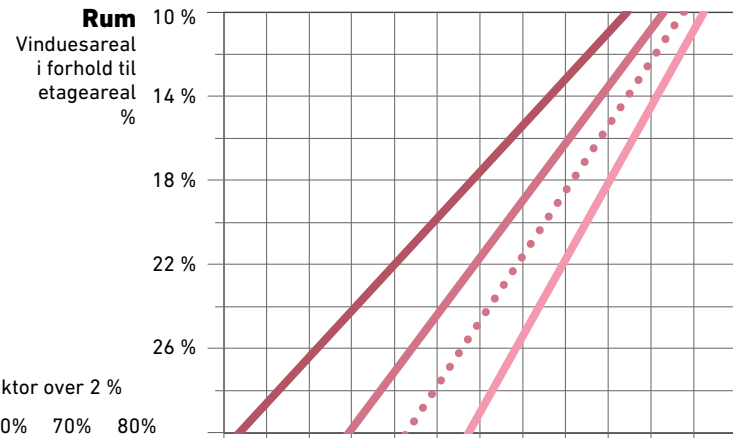
Stort set alle eksisterende enfamiliehuse er af beskeden rumdybde, så naturlig ventilation giver god mening, især fordi man kan undgå et unødvendigt elforbrug til ventilationsanlægget om sommeren. En automatisk styring af vinduesåbningerne, så de kan åbne og lukke efter behov, også når beboerne ikke er hjemme, har den største fordel.







# Dagslys & vinduer



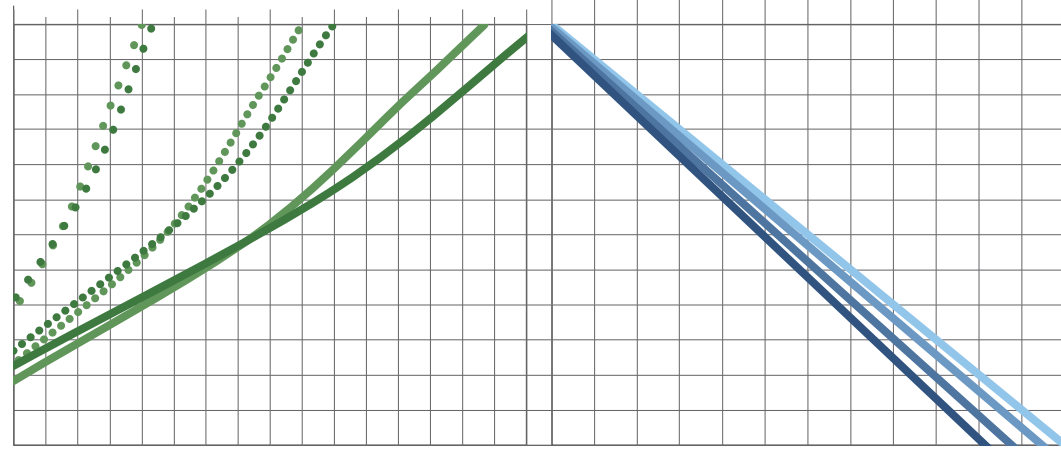

**DOWNLOAD** —  
 ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
 Diagrammer & forudsætninger  
 fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
 for en større version af diagrammet  
 og grundlaget for beregningerne.







- Vinduer**
-  Dannebrogsvindue 2-lags energirude
  -  Typisk vindue 2-lags energirude
  -  Typisk vindue 3-lags energirude
  -  Dagslysoptimeret 2-lags energirude

**Resultat**  
Andel af etageareal med dagslysfaktor over 2 %

- Rummets højde/dybde & omgivelsernes højde/afstand**
-  Rum 60 % + omg. 20 %
  -  + omg. 60 %
  -  + omg. 100 %
  -  Rum 70 % + omg. 20 %
  -  + omg. 60 %
  -  + omg. 100 %



- Facadetykkelse**
-  Eksisterende facadetykkelse
  -  Ekst. tykkelse + 50 mm isolering
  -  Ekst. tykkelse + 100 mm isolering
  -  Ekst. tykkelse + 200 mm isolering

# Dagslys & ovenlys

DOWNLOAD —

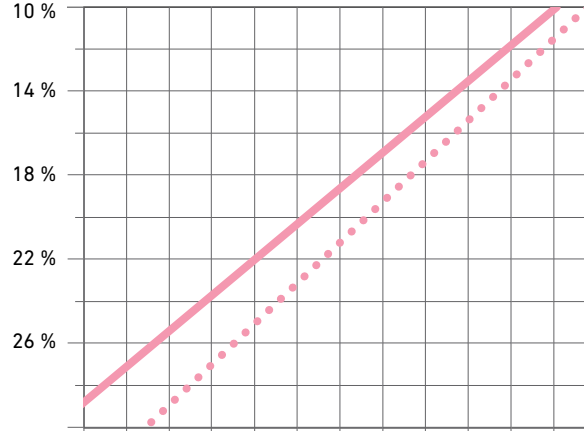
ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

## Resultat

Andel af etageareal med dagslysfaktor over 2 %

40% 50% 60% 70% 80% 90%

**Rum**  
Vinduesareal  
i forhold til  
etageareal  
%



## Ovenlys

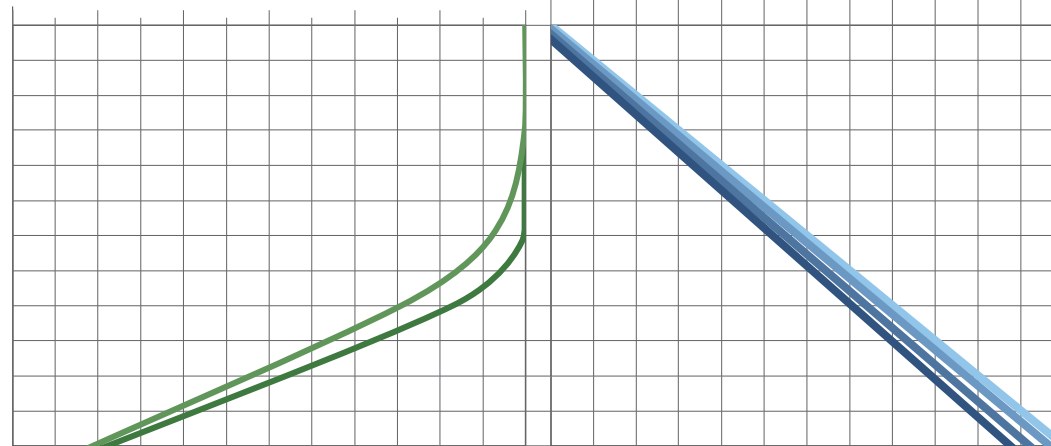
- Ovenlys 2-lags energirude
- Ovenlys 3-lags energirude

## Tagtykkelse

- Eksisterende tagtykkelse
- Ekst. tykkelse + 50 mm isolering
- Ekst. tykkelse + 100 mm isolering
- Ekst. tykkelse + 200 mm isolering

## Rummets højde/dybde

- Rummets højde/dybde 60 %
- Rummets højde/dybde 70 %

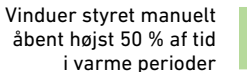
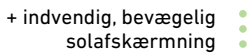
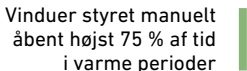
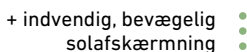
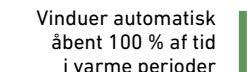
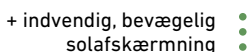


# Termisk indeklima



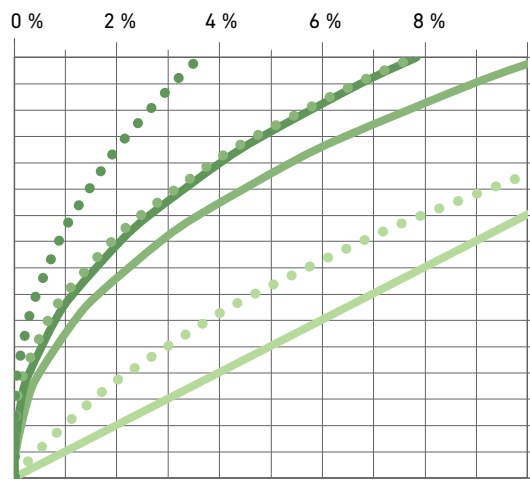

**DOWNLOAD** —  
 ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
 Diagrammer & forudsætninger  
 fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
 for en større version af diagrammet  
 og grundlaget for beregningerne.

## Sommerens ventilation og solafskærmning

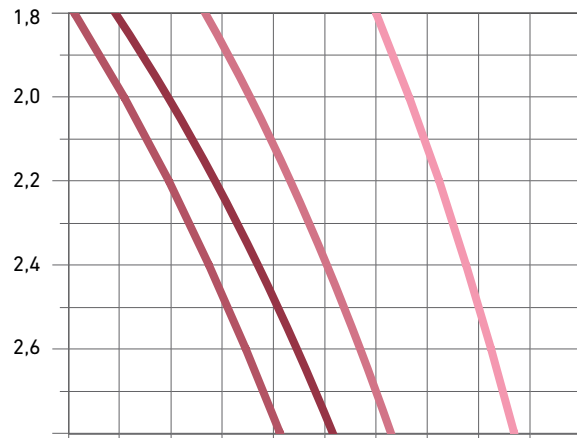
- 
 Vinduer styret manuelt åbent højst 50 % af tid i varme perioder
- 
 + indvendig, bevægelig solafskærmning
- 
 Vinduer styret manuelt åbent højst 75 % af tid i varme perioder
- 
 + indvendig, bevægelig solafskærmning
- 
 Vinduer automatisk åbent 100 % af tid i varme perioder
- 
 + indvendig, bevægelig solafskærmning

## Resultat

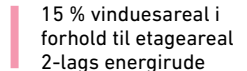
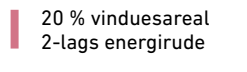
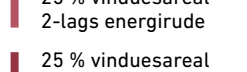
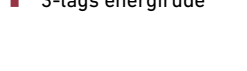
Andel af tiden med temperatur over 26 °C



**Rum**  
 Klimaskærmsareal  
 i forhold til  
 etageareal  
 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>



## Vinduer

-  15 % vinduesareal i forhold til etageareal 2-lags energirude
-  20 % vinduesareal 2-lags energirude
-  25 % vinduesareal 2-lags energirude
-  25 % vinduesareal 3-lags energirude

## Isolering

-  Ekstra 50 mm isolering
-  Ekstra 100 mm isolering
-  Ekstra 200 mm isolering

# Enfamiliehus 1850-1930

## Udgangspunkt

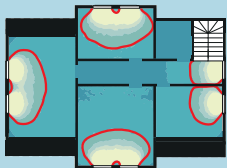
Beskrivelse • Huset er opført i 1879 i gedigne materialer med fuldmurede facader og træbjælkelag. Arkitektonisk er huset karakteriseret af symmetri med en dominerende centreret frontispice og ens vinduespartier på begge sider. Alle vinduer, undtagen frontispicevinduerne, er originale, men er senere blevet forsynet med forsatsruder. Med sin tunge masse har huset gode termiske egenskaber, som kan undgå temperaturudsving.

Udfordring • De arkitektoniske detaljer både ude og inde reducerer muligheden for store indgreb som fx lodret efterisolering.

Potentialer • Huset har skunke og et uudnyttet loftsrum, som med fordel kan inddrages i brugsarealet.



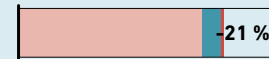
**Primærenergi**  
256 kWh/m<sup>2</sup>



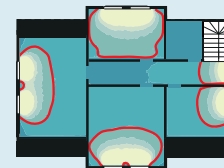
**Dagslys**  
32 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

## Typisk energirenovering

Taget og kælderdækket efterisoleres med 200 mm isolering. De gamle forsatsruder udskiftes med nye og mere energieffektive energiforsatsruder.



**Primærenergi**  
203 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
38 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



**Rum** Skunkene på førstesalen nedlægges for at få mere rum, og i forbindelse med efterisolering af taget føres loftet til kip for at få mere rumlighed.

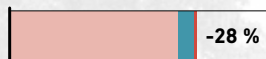


**Teknik** Der bruges bygningsintegrerede solfangere, som forholder sig til ovenlysens symmetriske udtryk. Der ændres ikke på husets øvrige installationer.

### Helhedsrenovering med merværdi

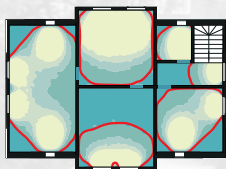
De arkitektoniske detaljer både inde og ude betyder samlet, at lodret efterisolering ikke kan forsvares arkitektonisk. Heller ikke økonomisk giver det mening, da følgearbejder vil være meget omfattende.

Derfor efterisoleres både taget og kælderdekke med 200 mm mineraluldsisolering, og de gamle forsatsruder udskiftes med nye og mere energieffektive energiforsatsruder. På denne måde spares udgifter til nye vinduer, og huset bibeholder sit oprindelige udtryk i kraft af de originale vinduer.



#### Primærenergi

186 kWh/m<sup>2</sup>



#### Dagslys

71 % af etagearealet med dagslysfaktor over 2 %



**Isolering** Tag og kælderdekke efterisoleres med 200 mm. I kælderdekke lægges isoleringen delvist i træbjælkelaget, så loftshøjden i kælderen reduceres mindst muligt.



**Vinduer** De gamle forsatsruder udskiftes med energiforsatsruder. På førstesalen etableres nye ovenlysvinduer. Placeringen af ovenlysene forholder sig til husets symmetriske udtryk.

# Enfamiliehus 1930-1960

## Udgangspunkt

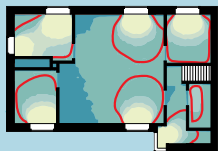
Beskrivelse• Huset er opført som et Statslånshus. Det betyder, at både plan og materialeforbrug er optimeret, så der ikke er spildplads. Til gengæld giver saksespærkonstruktionen en ekstra rumlighed, idet husets lofter er ført til kip. Materialerne er solide: Tegl dominerer det nøgterne arkitektoniske udtryk, som ikke har unødvendige detaljer.

Udfordring• Husets beskedne størrelse giver plads til basisfunktioner med god fordeling, men med kun to værelser og et smalt badeværelse svarer huset ikke til kravene for en familie i dag. Samtidig er der kun lidt råderum i tagkonstruktionen og kælderen til fx at indlægge efterisolering.

Potentialer• Den strenge geometri og de klassiske materialer gør det nemt at lave tilbygninger, der forholder sig til husets oprindelige udtryk.



**Primærenergi**  
410 kWh/m<sup>2</sup>

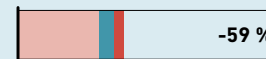


**Dagslys**  
52 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

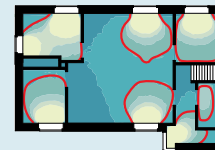
## Typisk energirenovering

Taget efterisoleres med 200 mm isolering, mens kælderdekke efterisoleres med 100 mm. Den eksisterende hulmur er uisoleret, og der indblæses derfor isolering svarende til 75 mm.

De gamle vinduer udskiftes med nye 3-lags energivinduer.



**Primærenergi**  
160 kWh/m<sup>2</sup>



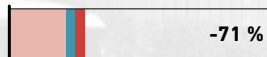
**Dagslys**  
50 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



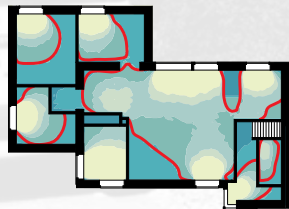
## Helhedsrenovering med merværdi

Det kompakte hus opgraderes med en tilbygning: Der er nu tre værelser og to badeværelser samt et fleksibelt rum, der kan bruges som legehjørne eller kontorplads. Der skabes en bedre forbindelse mellem hus og have ved at fjerne brystningerne i køkken og spisestue, og indsætte nye vinduespartier. Ved spisestuen udnyttes grundens niveauforskel til at etablere et terrassedæk.

Dagslyset får en fremtrædende rolle - især med det nye vinduesparti i spisestuen mod haven. Et ovenlys i det fleksible rum sørger for en god rumfølelse.



**Primærenergi**  
121 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
66 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



**Rum** Der laves en tilbygning mod nord, hvorved spisestuen øges, og der etableres et ekstra værelse, et stort badeværelse og et fleksibelt fordelingsareal, der kan bruges til leg eller kontor.



**Teknik** Den nye tilbygning bruger gulvvarme, og i den forbindelse udskiftes husets øvrige varmeinstallationer. De eksisterende konstruktioner tillader ikke integrationen af varmegenvinding, så der etableres mekanisk aftræk i køkken og bad som supplement til den naturlige ventilation.



**Vinduer** Alle vinduer udskiftes til 2-lags energivinduer undtagen de nye vinduespartier, der udføres med 3-lags energivinduer for at undgå kuldnefald og inddrage pladsen foran vinduet i brugsarealet.



**Isolering** Der blæses 75 mm granulatisolering ind i hulmuren. Tagkonstruktion efterisoleres med 200 mm mineraluldsisolering og kælderdækket med 100 mm.

# Enfamiliehus 1960-1980

## Udgangspunkt

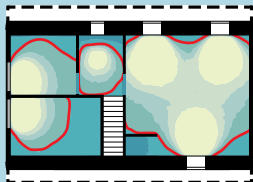
Beskrivelse• Husets arkitektur og byggeskik afspejler i høj grad 1970'erne med gul skalmur, mørke træflader, kvadratiske vindueshuller og lav loftshøjde. Huset er 1 ½ plan med vinkelstue i forbindelse med et åbent køkken, baderum og fyrrum i stueplan, mens førstesalen består af to små kamre og et større værelse.

Udfordring• Rumdisponeringen er stram med få gangarealer og små rum. Badeværelse ligger i stuen, mens alle soveværelser ligger på førstesalen.

Potentialer• Den store tagflade udgør en ressource, og de store tagudhæng muliggør udvendig efterisolering af facaderne.



**Primærenergi**  
183 kWh/m<sup>2</sup>

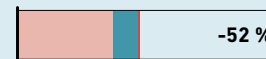


**Dagslys**  
75 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

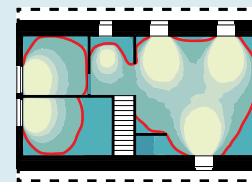
## Typisk energirenovering

Tag efterisoleres med 200 mm mineraluldsisolering, mens alle facader efterisoleres udvendigt med 100 mm.

Alle vinduer udskiftes med 3-lags energivinduer.



**Primærenergi**  
88 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
74 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %





**Rum** Planløsningen i stueetagen ændres, så køkkenet gøres større, og stuen opdeles, så der kommer et ekstra rum. På førstesalen etableres et ekstra badeværelse.

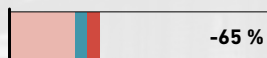


**Vinduer** Alle vinduer udskiftes til 2-lags dagslysoptimerede energivinduer. På førstesalen etableres store vinduespartier og ovenlys, og nogle af de eksisterende vinduer i gavlen udvides til franske døre.

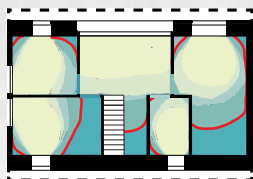
### Helhedsrenovering med merværdi

Rumfordelingen i både stueplan og på førstesalen ændres for at opdatere huset. På førstesalen er det store værelse reduceret for at få plads til et nyt badeværelse og et nyt åbent, fleksibelt rum: Den smalle repos er udvidet med flere kvadratmeter og et stort vinduesparti. Nye ovenlysvinduer giver både lys og rumlighed til de små værelser.

Større og nye vinduespartier i gavlen øger dagslysmængden, så stort set alle rum er enten gennem- eller sidebelyste. Med vinduespartierne forstærkes samtidig forholdet til den omgivende have.



**Primærenergi**  
64 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
83 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

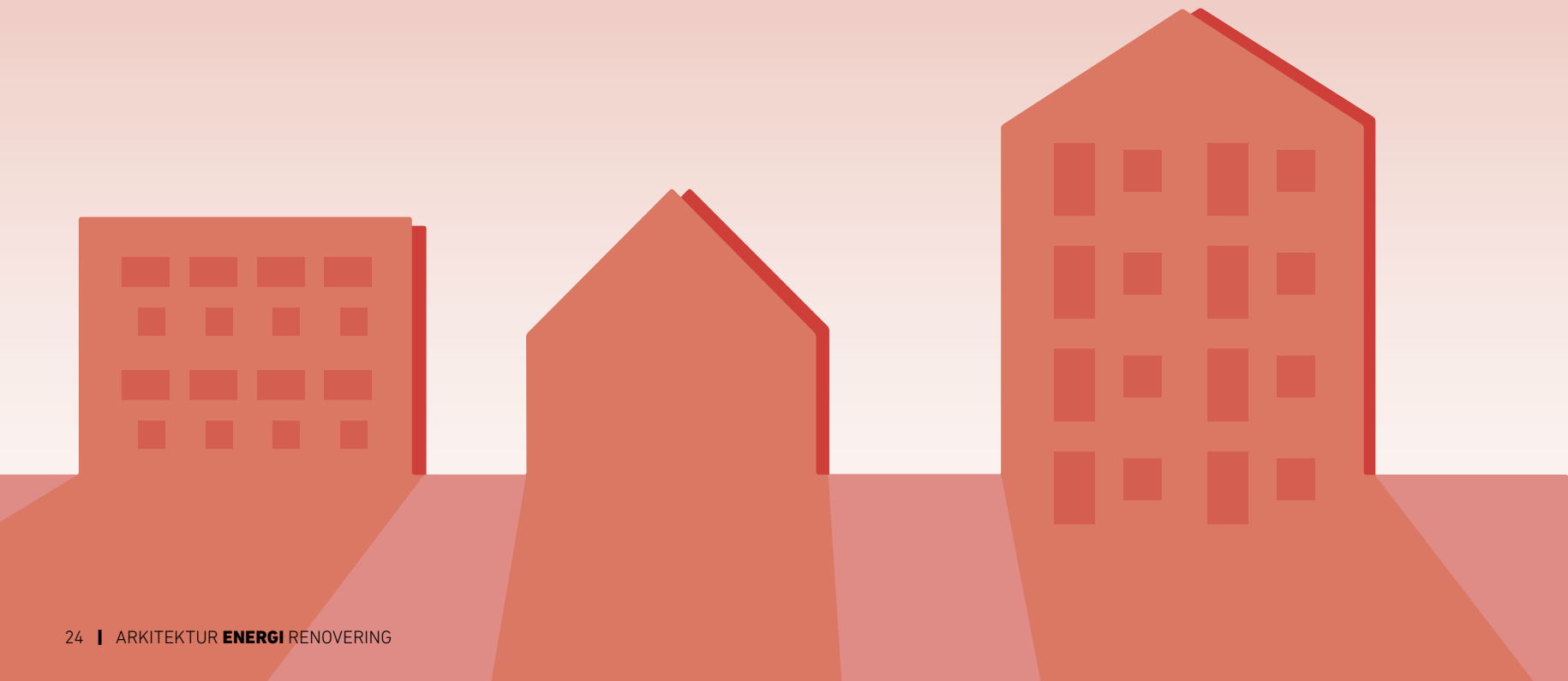


**Isolering** Taget efterisoleres med 200 mm, mens facaden efterisoleres udvendigt med 100 mm. Facaden pudses op i en lys farve.



**Teknik** Fyret fjernes, og huset slutes til fjernvarmenettet. Der indlægges hybridventilation for at eliminere sommerens overtemperaturer. Der monteres kombinerede solfangere og solceller på taget.

# Etagehuse





## **Etagehuse fylder ikke meget i energiregnskabet, men de fylder meget i bybilledet. Kvalitative hensyn betyder, at valget af energirenoveringstiltag skal differentieres til den enkelte bygnings egenskaber.**

Etagehuse præger de centrale dele af byen og forstædernes parkbebyggelser. Bolighederne er ofte mindre, og den høje tæthed skaber et godt grundlag for den bæredygtige by.

Etagehuse har dybe bygningskroppe og store rumhøjder. Den høje kompaktthed giver et lavt overfladeareal pr. kvadratmeter etageareal, med lavt varmetab som følge. Omvendt kan den høje tæthed betyde, at der ikke er tilstrækkeligt dagslys, især i de nederste etager. De store rumhøjder kan understøtte krydsventilation om sommeren.

Ejerformen af etagehuse kan sikre en professionel bygherrefunktion, som kan lede en effektiv og rationel energirenoveringsproces.

### **Udfordringer**

Mange etagehuse fra før 1960 har en væsentlig kulturarvsværdi, selv om de ikke er bevaringsværdige. Den vedrører helhedsbilledet bygningerne skaber i byrummet, og den kan også omfatte såvel udvendige murværksdetaljer som indvendige stuk og træpaneler.

### **Strategi 1- Differentier renoveringstiltag**

Valget af renoveringstiltag skal differentieres og tilpasses til den enkelte bygning ud fra et kvalitativt hensyn. Hvis muligheden for synlige renoveringstiltag er begrænset, kan andre tiltag anvendes for at indhente besparelsen.

Etagehuse i bymæssige omgivelser kan have begrænsede muligheder for udvendig isolering på grund af arkitektoniske hensyn. Det taler for en todeling af klimaskærmen; i det offentlige rum energirenoveres de eksisterende vinduer for at bevare æstetikken, mens i de private gårdarealer kan nye større vinduesåbninger og pudsede, efterisolerede facader spare på energien og skabe lyse rum.

### **Strategi 2- Udnyt geometrien**

Der er gode muligheder for at skabe merværdi ved at inddrage tagene i etagehuse. Det kan enten være tagrum som inddrages til beboelse eller flade tage hvor der bygges en ekstra etage på. Begge indgreb reducerer etagehusets klimaskærmsareal i forhold til etagearealet og sikrer en efterisolering af en del af klimaskærmen. Det giver et lavere primærenergiforbrug.

# Primær- energiforbrug

Sådan undersøges primærenergiforbruget for etagehuse:

0. ▶

Find det værktøjsdiagram, hvis bygningsalder svarer til dit projekt.

1. ▶

Beregn husets klimaskærmsareal i forhold til etagearealet ( $m^2/m^2$ ), find tallet på den lodrette akse og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

2. ▶

Find den kurve, der svarer til isoleringsniveaet.

3. ▶

Find den kurve, der svarer til husets ventilationstype og eventuelle solfangere. Nu kan du aflæse primærenergiforbruget ( $kWh/m^2/år$ ) på den vandrette akse. Primærenergien omfatter opvarmning, varmt brugsvand, overtemperatur og teknik.

## Perspektiv- Vinduer er det vigtigste

Diagrammerne viser, at en udskiftning af vinduerne og brug af større vinduesarealer giver store reduktioner i primærenergiforbruget for alle tre bygningsaldrer.

Isoleringen af klimaskærmen har en stor effekt på ældre etagehuse fra 1850-1930. Effekten er dog en del mindre for etagehuse fra 1960-1980, fordi de eksisterende bygningsdele allerede er delvis isoleret.

## Perspektiv- Skab plads til teknikken

Til gengæld kan en udskiftning af ventilations-systemet og brugen af solfangere til dækning af det varme brugsvand give store reduktioner i primærenergiforbruget for de tre bygningsaldrer. Etagehuse er store, kompakte bygninger med et lavt klimaskærmsareal i forhold til etageareal. De tekniske installationer fylder derfor meget i energiregnskabet, og de giver tilsvarende muligheder for store energibesparelser.

Etagehuse mangler ofte plads til teknikken og føringsvejene. Her kan facadeintegrerede løsninger, som kan integreres med udvendig facadeisolering, spille en stor rolle, hvis den valgte renoveringsstrategi tillader det.

# Primærenergiforbrug 1850-1930

1850-  
1930



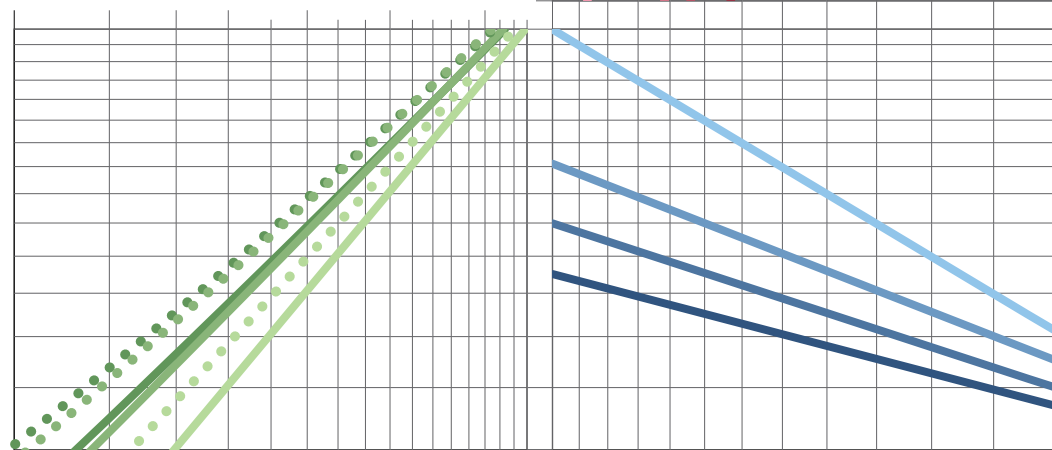
ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

## Resultat

Primærenergi kWh/m<sup>2</sup>

20 30 40 50 70 100 150

- Teknik**
- Naturlig ventilation + solfangere
  - Mekanisk VGV + solfangere
  - Hybrid ventilation (naturlig/VGV) + solfangere



## Vinduer

- Eksisterende dannebrogsvindue 1+1-lags forsatsrude
- Energirenoveret dannebrogsvindue 1+1-lags forsatsrude
- Nyt dannebrogsvindue 2-lags energirude
- Ny større åbning dagslysoptimeret 2-lags energirude

## Isolering

- Eksisterende isoleringsniveau
- Ekstra 50 mm isolering
- Ekstra 100 mm isolering
- Ekstra 200 mm isolering

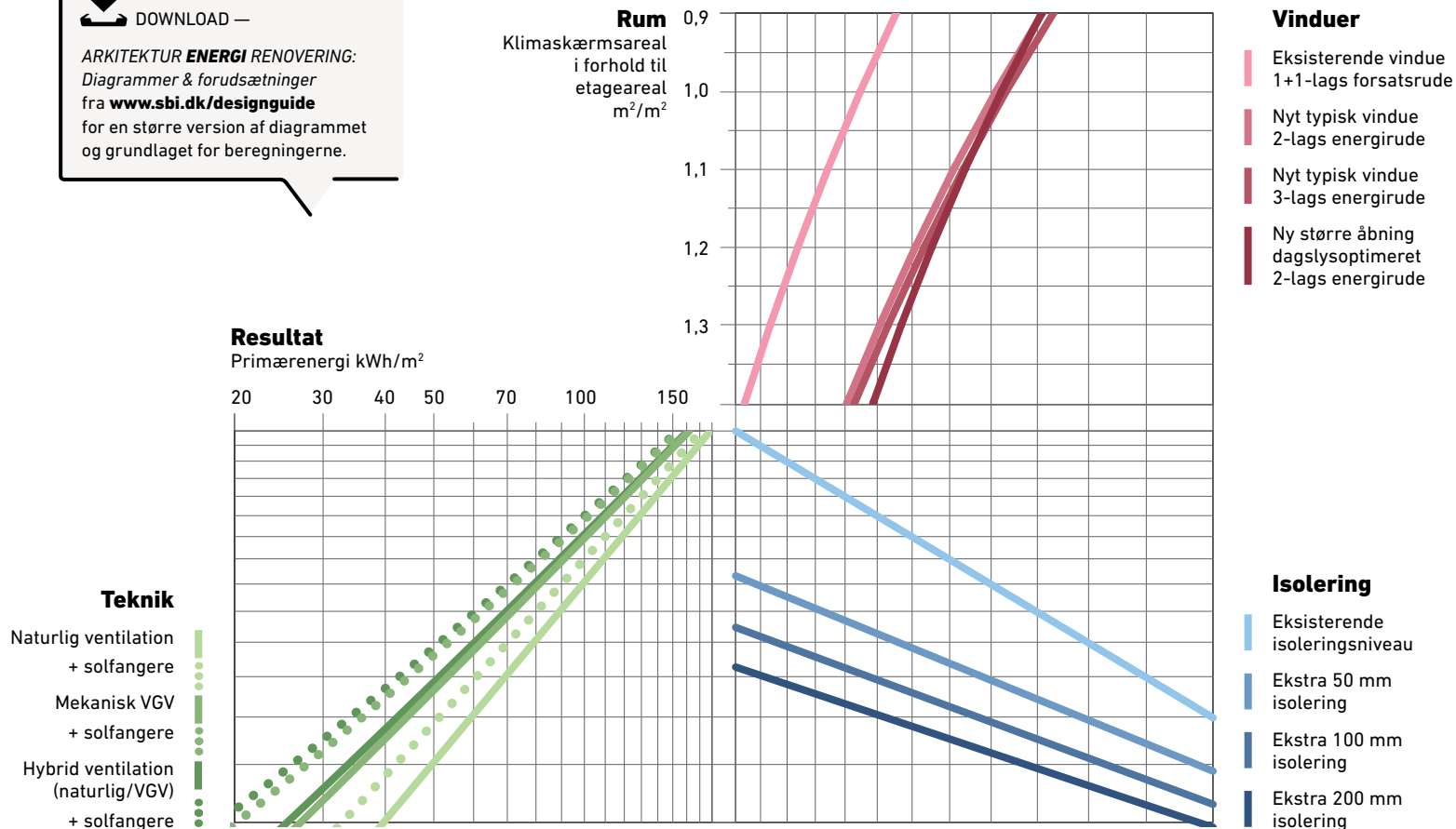


# Primærenergiforbrug 1930-1960



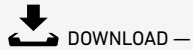
DOWNLOAD —

ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

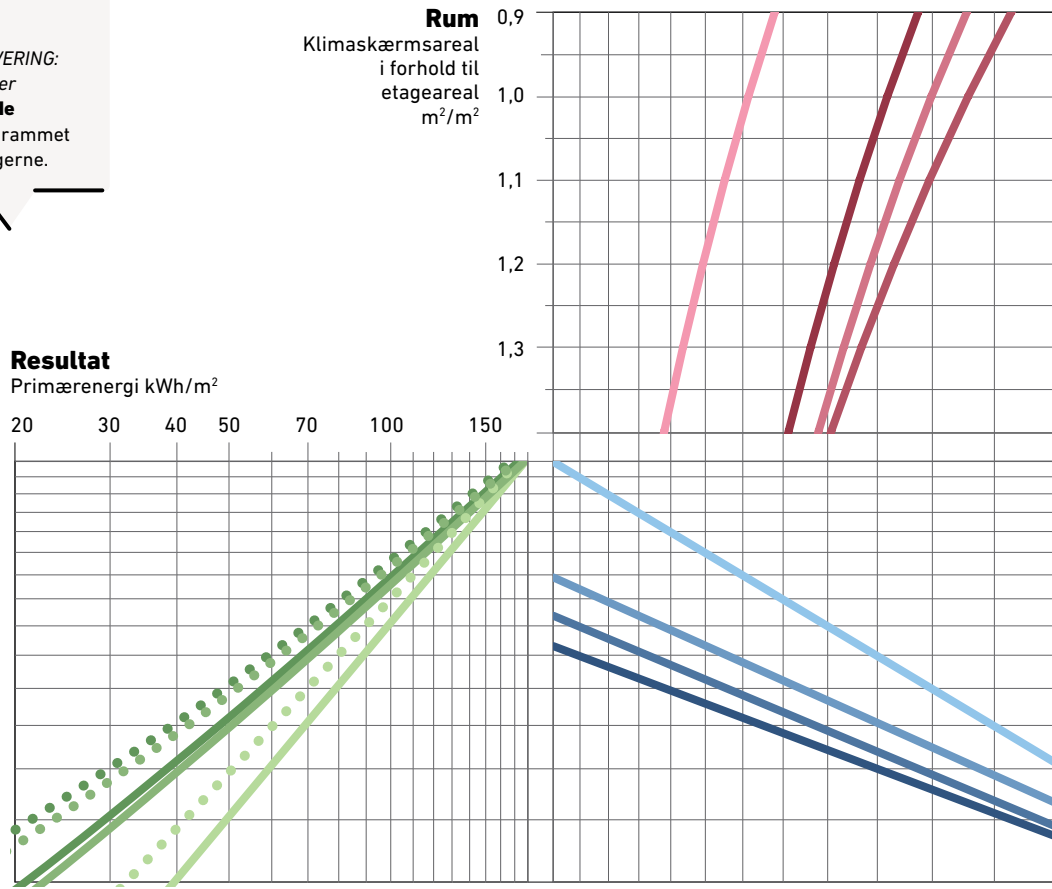


# Primærenergiforbrug 1960-1980

1960-  
1980



ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.



# Dagslys & termisk indeklima

Sådan undersøges dagslysforhold og termisk indeklima for etagehuse:

1. ▶

## DAGSLYS & VINDUER side 31

Beregn forholdet mellem husets vinduesareal og etagearealet (%) og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

2. ▶

Find den kurve, der svarer til facadetykkelsen.

3. ▶

Find den kurve, der svarer til a) rummets højde/dybdeforhold og b) til omgivelsernes højde/afstandsforhold. Nu kan du aflæse andelen af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %.

## DAGSLYS & OVENLYS side 32

Beregn forholdet mellem husets vinduesareal og etagearealet (%) og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

Find den kurve, der svarer til tagtykkelsen.

Find den kurve, der svarer til rummets højde/dybdeforhold. Nu kan du aflæse andelen af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %

## TERMISK INDEKLIMA side 33

Beregn forholdet mellem klimaskærmsarealet og etagearealet ( $m^2/m^2$ ) og find den kurve, der svarer til dit vinduesareal og vinduestype.

Find den kurve, der svarer til isoleringstykkelsen.

Find den kurve, der svarer til a) strategien for sommerens naturlige ventilation og b) typen af solafskærmning. Nu kan du aflæse andelen af tiden med temperatur over 26 °C.

## Perspektiv• Dagslyset varieres etagevist

Etagehuse med samme vinduesstørrelse på alle etager vil have dagslysniveauer, som varierer på hver etage på grund af omgivelserne.

For etagehuse i bymæssige omgivelser, med et typisk vinduesareal på mellem 15-20 % af etagearealet, kan man forvente, at rum på de nederste etager kun har 10-20 % af etagearealet med et dagslysfaktor over 2 %. Til gengæld vil rum på de øverste etager have 30-40 % af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %.

Diagrammet for vinduer viser også, at de fleste rum i ældre etagehuse har et dagslysniveau, som er under nutidens krav.

## Perspektiv• Naturlig ventilation skal styres

Diagrammet viser at en kombination af større vinduesarealer og en omfattende klimaskærmsisolering kan resultere i overophedning. Det kan elimineres med et højt luftskifte, og for at undgå et højere elforbrug kan naturlig ventilation supplere den mekaniske udsugning. Indvendig, bevægelig solafskærmning spiller en begrænset rolle.

Automatiske vinduesåbninger, som kan åbne og lukke efter behov på varme sommerdage, også når beboerne ikke er hjemme, har den største fordel. Hvis åbningsgraden skal begrænses, fx på grund af trafikstøj, skal andre, elforbrugende ventilationsløsninger bruges for at undgå overtemperaturer.

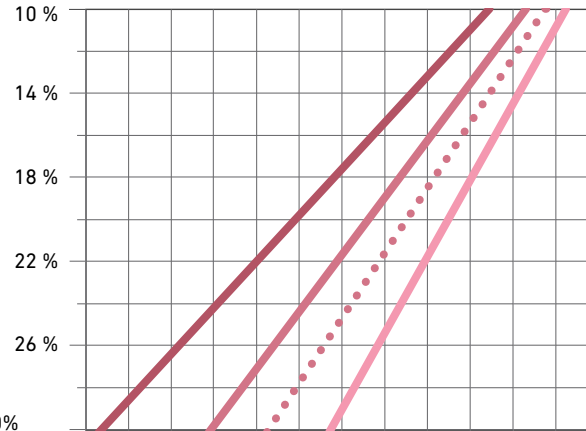


# Dagslys & vinduer



ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

**Rum**  
Vinduesareal  
i forhold til  
etageareal  
%



## Vinduer

- Dannebrogsvindue  
2-lags energirude
- Typisk vindue  
2-lags energirude
- Typisk vindue  
3-lags energirude
- Dagslysoptimeret  
2-lags energirude

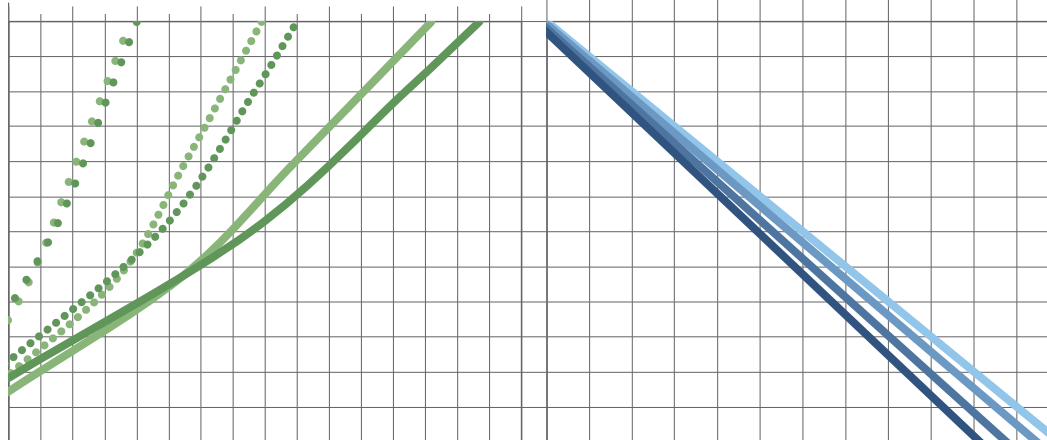
## Resultat

Andel af etageareal med dagslysfaktor over 2 %

10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80%

## Rummets højde/dybde & omgivelsernes højde/afstand

- Rum 50 % + omg. 20 %
- + omg. 60 %
- + omg. 100 %
- Rum 60 % + omg. 20 %
- + omg. 60 %
- + omg. 100 %



## Facadetykkelse

- Eksisterende  
facadetykkelse
- Ekst. tykkelse  
+ 50 mm isolering
- Ekst. tykkelse  
+ 100 mm isolering
- Ekst. tykkelse  
+ 200 mm isolering

# Dagslys & ovenlys



↓ DOWNLOAD —

ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

## Resultat

Andel af etageareal med dagslysfaktor over 2 %

40% 50% 60% 70% 80% 90%

**Rum**  
Vinduesareal  
i forhold til  
etageareal  
%

10 %  
14 %  
18 %  
22 %  
26 %

## Ovenlys

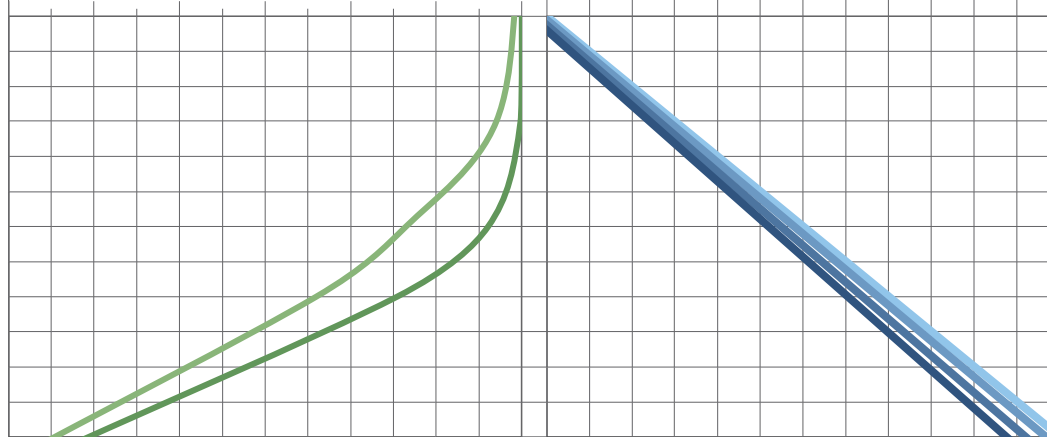
- Ovenlys 2-lags energirude
- Ovenlys 3-lags energirude

## Tagtykkelse

- Eksisterende tagtykkelse
- Ekst. tykkelse + 50 mm isolering
- Ekst. tykkelse + 100 mm isolering
- Ekst. tykkelse + 200 mm isolering

## Rummets højde/dybde

- Rummets højde/dybde 50 %
- Rummets højde/dybde 60 %



# Termisk indeklima



**DOWNLOAD** —

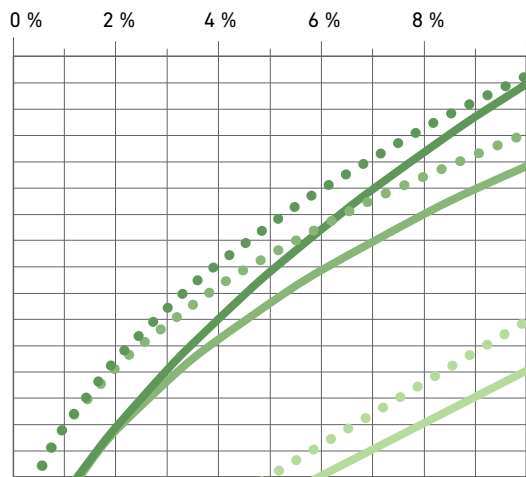
ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
 Diagrammer & forudsætninger  
 fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
 for en større version af diagrammet  
 og grundlaget for beregningerne.

## Sommerens ventilation og solafskærmning

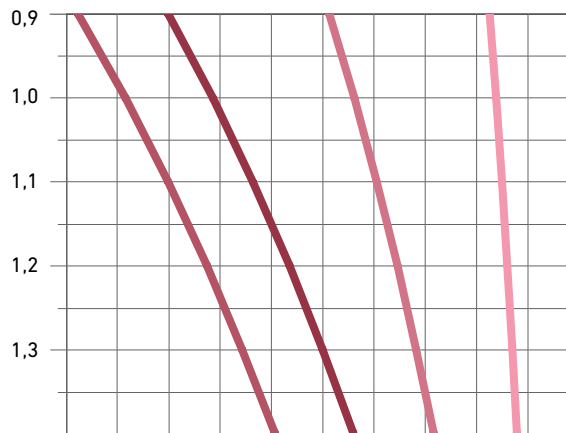
- Vinduer styret manuelt åbent højst 50 % af tid i varme perioder
- + indvendig, bevægelig solafskærmning
- Vinduer styret manuelt åbent højst 75 % af tid i varme perioder
- + indvendig, bevægelig solafskærmning
- Vinduer automatisk åbent 100 % af tid i varme perioder
- + indvendig, bevægelig solafskærmning

### Resultat

Andel af tiden med temperatur over 26 °C



**Rum**  
 Klimaskærmsareal  
 i forhold til  
 etageareal  
 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>



### Vinduer

- 15 % vinduesareal i forhold til etageareal 2-lags energirude
- 20 % vinduesareal 2-lags energirude
- 25 % vinduesareal 2-lags energirude
- 25 % vinduesareal 3-lags energirude

### Isolering

- Ekstra 50 mm isolering
- Ekstra 100 mm isolering
- Ekstra 200 mm isolering

# Etagehus 1850-1930

## Udgangspunkt

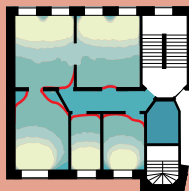
Beskrivelse• Hjørneejendommen er et klassisk eksempel på etageboligbyggeri fra slutningen af 1800-tallet. Facaderne har mange fine detaljer mod gaden, mens gårdfacadens udtryk er præget af trappetårne, indhak og et væld af forskellige vinduestyper. Ejendommen består overvejende af 3-værelses lejligheder og har detailhandel i stueplan.

Udfordring• Den tætte bystruktur omkring ejendommen stiller krav til ændringers geometri og udseende. Gadefacaden og taget mod gaden har høj kulturarvsværdi og kan ikke ændres.

Potentialer• Loftsetagen blev tidligere brugt som tørreloft, men er nu indrettet til opbevaring. Dette areal kan med fordel inddrages i det eksisterende brugsareal eller udlægges til nye lejligheder.



**Primærenergi**  
203 kWh/m<sup>2</sup>



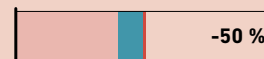
**Dagslys**  
84 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

## Typisk energirenovering

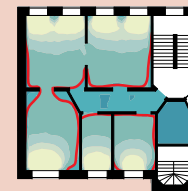
Taget efterisoleres med 400 mm, og kælderdekkeet efterisoleres med 200 mm mineraluldsisolering.

Vinduerne udskiftes med nye 3-lags energivinduer.

Der etableres nye, mindre altaner på gårdfacaden i umiddelbar forbindelse med trappetårnet. Der er adgang fra nye døre, hvor brystningen under det eksisterende vindue er fjernet.



**Primærenergi**  
101 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
81 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



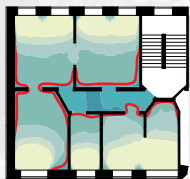
## Helhedsrenovering med merværdi

Ejendommens gadefacade bevares. Til gengæld bearbejdes gårdsiden radikalt: De fleste karréer er gennem tiden blevet saneret og fremstår forandrede. Trappetårnet fjernes og arealet inddrages i boligarealet, hvorved størrelsen af køkken og toilet kan øges. Brystningen fjernes under flere vinduer for at øge dagslysindfaldet.

Loftsetagen udlægges til nye lejligheder. Der etableres traditionelle karnapper mod gaden, mens hele tagkonstruktionen mod gården åbnes op med store vinduespartier og en stor, fælles tagterrace.



**Primærenergi**  
63 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
84 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



**Vinduer** Alle vinduer udskiftes med 2-lags energivinduer. Mod gården åbnes tagkonstruktionen op med vinduespartier for at sikre lys og rumlighed i de nye lejligheder. I de eksisterende lejligheder fjernes brystningen under dannebrogsvinduerne mod gården, og der etableres franske altaner for at sikre dagslyset.



**Rum** Tagetagen med sadeltag inddrages til boligareal. Trappetårnet rives ned for at undgå slagskygger, der kan reducere dagslyset. Trappearealet inddrages i boligarealet for at øge størrelsen af køkken og badeværelse. Hovedtrappen brandsikres vha. et sprinkleranlæg.



**Teknik** Der etableres hybridventilation, og nogle af de gamle skorstene bruges til føringsveje. Til energiproduktion opsættes solfangere til varmt brugsvand.



**Isolering** Taget efterisoleres med 400 mm. Efterisoleringen kombineres med etablering af nye boliger på det gamle tørreløft. Gårdfacaden efterisoleres udvendigt med 100 mm mineraluldsisolering, og den nye facade pudses op i en lys farve for at sikre reflekteret lys i gårdrum og boliger.

# Etagehus 1930-1960

## Udgangspunkt

Beskrivelse• Huset er opført i 1938, og det arkitektoniske udtryk ligger i en stram stringens og en enkel materialepalet. Facaderne er både til gård og gade præget af altaner med en karakteristisk rød bølgepladebeklædning. Alle lejligheder er forholdsvis små 2-værelses lejligheder med køkken og bad. Huset er født med installationer til varme og elektricitet.

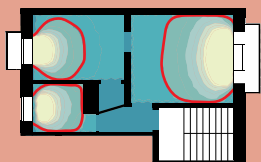
Udfordring• De mange altaner er et gode, men de tager en del af dagslyset fra lejlighederne. De små lejligheder tiltrækker primært enlige beboere, hvorved der opstår en meget homogen beboersammensætning.

Potentialer• Sammenlægning af lejligheder og etablering af lejligheder på loftsetagen kan udvide brugsarealet markant og skabe en variation i beboersammensætningen.



### Primærenergi

146 kWh/m<sup>2</sup>



### Dagslys

48 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

## Typisk energirenovering

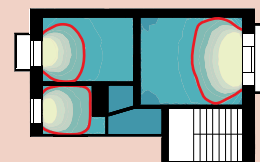
Tag og kælderdek efterisoleres med henholdsvis 400 mm og 200 mm mineraluldsisolering.

Alle vinduer udskiftes til 3-lags energivinduer.



### Primærenergi

75 kWh/m<sup>2</sup>



### Dagslys

37 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



**Vinduer** Vinduer udskiftes med nye 2-lags energivinduer. Brystninger fjernes under vinduer ved siden af udgangen til altanen. De solide pladeværn udskiftes med et translucent glasværn, så dagslyset kan komme ind i boligen.



**Rum** Der etableres nye boliger i tagetagen, hvor beboerne også får en fælles tagterrasse. Enkelte af de små lejligheder lægges lodret sammen.

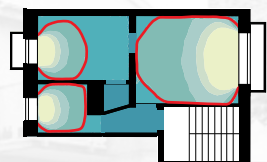
## Helhedsrenovering med merværdi

En helt ny tagetage bibeholder saddeltagets hældningen mod gaden, men differentieres mod gården. Her åbnes huset med store geometriske voluminer, der trækker på husets geometri. Flere af de små lejligheder lægges lodret sammen, så beboerne kan 'følge lyset opad' hen over dagen med fx stue øverst og soveværelser nederst. Begge dele tiltrækker en bredere beboergruppe, hvilket giver en god, social dynamik.

Med en fælles tagterrasse skabes gode rammer for øget fællesskab mellem ejendommens mange enlige beboere.



**Primærenergi**  
23 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
60 % af etagearealet med dagslysfaktor over 2 %



**Isolering** Gårdfacaden efterisoleres udvendigt med 100 mm mineraluldsisolering. Facaden pudses op i en lys farve for at sikre dagslys i gården og i boligerne. Kælderdækket efterisoleres med 200 mm.



**Teknik** Alle rørføringer til opvarmning og brugsvand udskiftes på én gang. Der indlægges hybridventilation, og på den sydvendte gavl etableres solceller.

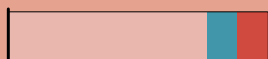
# Etagehus 1960-1980

## Udgangspunkt

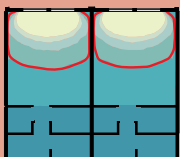
Beskrivelse• Ejendommen er en kambebyggelse fra 1970 og et typisk eksempel på industrialiseret modulbyggeri. Råhuset består af et skive-/pladesystem med ikke-bærende ydervægge af sandwichelementer. De præfabrikerede elementer har mange kuldebroer. Ejendommen består af små 1-værelses lejligheder med svalegang.

Udfordring• De meget små lejligheder tiltrækker primært studerende, ældre og socialt udsatte beboere. Skive-/pladesystemet gør det umuligt at omdisponere rumfordelingen uden ingeniørberegninger.

Potentialer• Det flade tag er en uudnyttet ressource, som kan få flere funktioner - enten til gavn for enkelte beboere eller for fællesskabet.



**Primærenergi**  
147 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
35 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

## Typisk energireovering

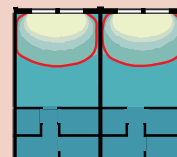
Alle facader efterisoleres med 100 mm isolering. Kælderdæk og tag efterisoleres begge med 200 mm.

Alle vinduer udskiftes med 3-lags energivinduer.

Med husets øgede lufttæthed er det nødvendigt at etablere et mekanisk varmegenvindingsanlæg for at sikre indeklimaet.



**Primærenergi**  
40 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
32 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %





**Rum** Taget udskiftes med en ny tagkonstruktion, der indeholder lejligheder og fælles tagterrace. Der laves et grønt tag, som bruges til ophold og regnvandsforsinkelse. Nogle af de små lejligheder lægges sammen for at tiltrække et nyt beboersegment.

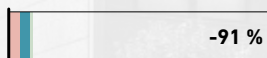


**Vinduer** Alle vinduer udskiftes med 2-lags energivinduer. Der etableres karnapper, add-ons og større vinduer i et varieret mønster henover facaden.

### Helhedsrenovering med merværdi

Bebyggelsen savner generelt variation - både i beboersegment og arkitektonisk udtryk. Dette sikres ved at tilføje karnapper, add-ons og større vinduer for at sikre dagslys og rumlighed i lejlighederne samt en individuel identitet for lejlighederne udadtil.

Flere af de små lejligheder lægges horisontalt sammen, og der etableres nye penthouselejligheder på taget. Sammen tiltrækker disse tiltag en bredere beboergruppe, som kan skabe en social dynamik i området.



#### Primærenergi

14 kWh/m<sup>2</sup>



#### Dagslys

48 % af etagearealet med dagslysfaktor over 2 %



**Teknik** Varme- og ventilationsanlæg udskiftes. Der opsættes solfangere og solceller på dele af taget.



**Isolering** Taget i den nye tagkonstruktion er isoleret med 400 mm isolering. Facaden efterisoleres udvendigt med 100 mm mineraluldsisolering.

# Kontorhuse





## **Mange ældre kontorhuse lever ikke op til nutidens funktionelle og indeklimatiske krav. Energirenovering skal derfor fokusere på lys, luft og merværdi i en helhedsbetragtning.**

Kategorien handel & service omfatter mange forskellige bygningstyper. Kontorhuse fylder det meste i denne kategori, og de har meget til fælles med bygninger til offentlig administration, undervisning, forskning mv.

Kontorhuse kendetegnes ved et skævt brugsmønster. I dagtimerne er der mange mennesker og et højt elforbrug til apparater, mens resten af tiden er brugsintensiteten meget lav.

Ligesom etagehuse, vil ejerformen af kontorhuse typisk sikre en dygtig og professionel bygherrefunktion, som kan lede en effektiv og rationel renoveringsproces.

### **Udfordringer**

Brugen af kontorer har ændret sig markant i løbet af de sidste årtier, hvor indretningen er blevet et ledelses- og trivselsværktøj. De mange små cellekontorer og mørke rum i ældre kontorer lever ikke op til nutidens ønsker for lyse, åbne og fleksible indretninger.

Med ændrede brugsmønstre, et højt elforbrug og store varmeafgivelser fra computere og andre elapparater er der behov for en mere omfattende ventilation og køling i bygninger ofte uden plads til dette nye anlæg.

### **Strategi 1» Dagslysoptimer for merværdi**

Ved at trække dagslyset længere ind i bygningskroppen er det muligt at skabe flere brugbare kontorarealer og mindske omfanget af døde, mørke kerner. Det skaber mere lys og luft, som i sig selv skaber en merværdi, der bidrager til bedre trivsel og højere produktivitet.

### **Strategi 2» Start med teknikken**

De tekniske installationer til ventilation, belysning og køling er ansvarlige for en meget stor andel af primærenergiforbruget i kontorhuse. Der skal derfor tages nuanceret stilling til omfanget af varmebesparelser i forhold til elbesparelser i energirenoveringen af kontorhuse.

Et designmæssigt fokus på klimaskærmen kan give varmebesparelser med en meget lang levetid, men det kan også skabe overophedning og et øget kølebehov på grund af de store interne varmeafgivelser.

Et fokus på elapparater og de mange tekniske installationer kan give store elbesparelser, og det kan reducere overophedning og sikre det termiske indeklima uden brug af køling.

# Primær- energiforbrug

Sådan undersøges primærenergiforbruget for kontorhuse:

0. ▶

Find det værktøjsdiagram, hvis bygningsalder svarer til dit projekt.

1. ▶

Beregn husets klimaskærmsareal i forhold til etagearealet ( $m^2/m^2$ ), find tallet på den lodrette akse og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

2. ▶

Find den kurve, der svarer til isoleringsniveauet.

3. ▶

Find den kurve, der svarer til husets ventilationstype og eventuelle solceller. Nu kan du aflæse primærenergiforbruget ( $kWh/m^2/år$ ) på den vandrette akse. Primærenergien omfatter opvarmning, varmt brugsvand, overtemperatur, teknik og belysning.

## Perspektiv• Teknikken fylder meget

I kontorhuse er der typisk langt flere tekniske installationer, og elforbruget til ventilation er betydeligt højere, end i boliger. Elforbruget til belysning medregnes også i energirammen. En udskiftning af de tekniske installationer har derfor en stor besparelseeffekt, især udskiftningen af belysningsanlægget.

En udskiftning af ventilationsanlægget i ældre kontorhuse fra 1850-1930 viser ikke de store energibesparelser. I modsætning kan denne udskiftning give store energibesparelser i nyere kontorhuse, hvor fordelene ved at anvende hybrid ventilation til at fjerne sommerens overtemperatur uden unødvendigt elforbrug bliver mere tydelige.

## Perspektiv• Klimaskærmens dilemma

Besparelseeffekten af at udskifte vinduer er relativt lille for alle bygningsaldrer. Effekten af at isolere klimaskærmen er også relativt lille, bortset fra kontorhuse fra 1850-1930. Men begge tiltag kan være en stor fordel, fordi de understøtter teknikkenes energibesparende rolle. Nye dagslysoptimerede vinduer og belysningsanlæg minimerer elforbruget til belysning, mens energirenoverede facader giver bedre lufttæthed, som også sikrer effektiviteten af ventilationsanlægget.

# Primærenergiforbrug 1850-1930

1850-  
1930



ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

## Resultat

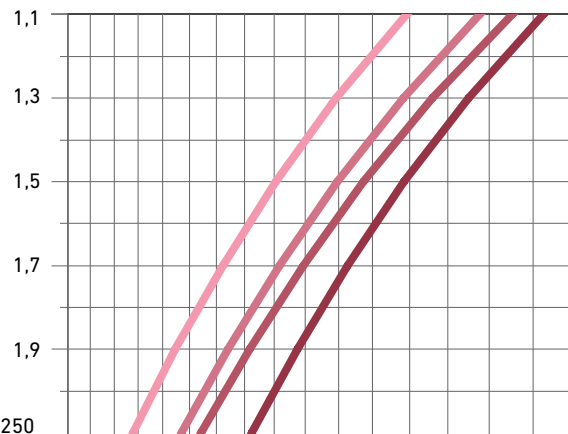
Primærenergi kWh/m<sup>2</sup>

20 30 40 50 70 100 150 200 250

### Teknik

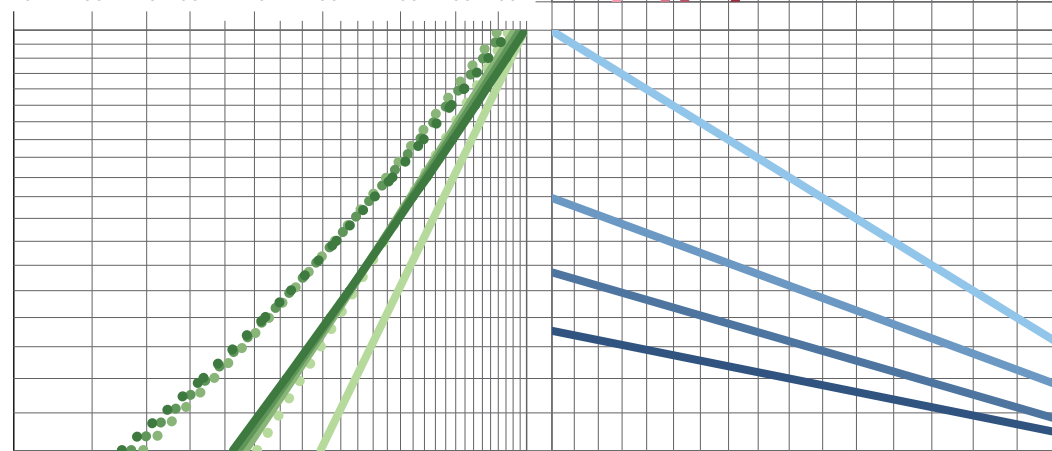
- Naturlig ventilation og ekst. belysning + solceller
- Naturlig ventilation og lavenergi-belysning + solceller
- Mekanisk VGV og lavenergi-belysning + solceller
- Hybrid ventilation (naturlig/VGV) og lavenergi-belysning + solceller

**Rum**  
Klimaskærmsareal  
i forhold til  
etageareal  
m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>



### Vinduer

- Eksisterende dannebrogsvindue 1+1-lags forsatsrude
- Energirenoveret dannebrogsvindue 1+1-lags forsatsrude
- Nyt dannebrogsvindue 2-lags energirude
- Ny større åbning dagslysoptimeret 2-lags energirude



### Isolering

- Eksisterende isoleringsniveau
- Ekstra 50 mm isolering
- Ekstra 100 mm isolering
- Ekstra 200 mm isolering



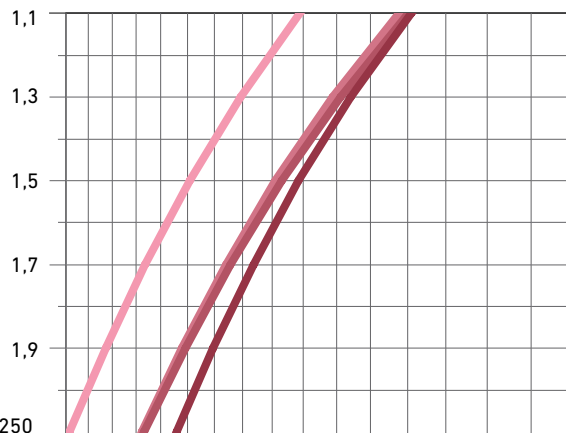
# Primærenergiforbrug 1930-1960



DOWNLOAD —

ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

**Rum**  
Klimaskærmsareal  
i forhold til  
etageareal  
 $m^2/m^2$



**Vinduer**

- Eksisterende vindue 1+1-lags forsatsrude
- Nyt typisk vindue 2-lags energirude
- Nyt typisk vindue 3-lags energirude
- Ny større åbning dagslysoptimeret 2-lags energirude

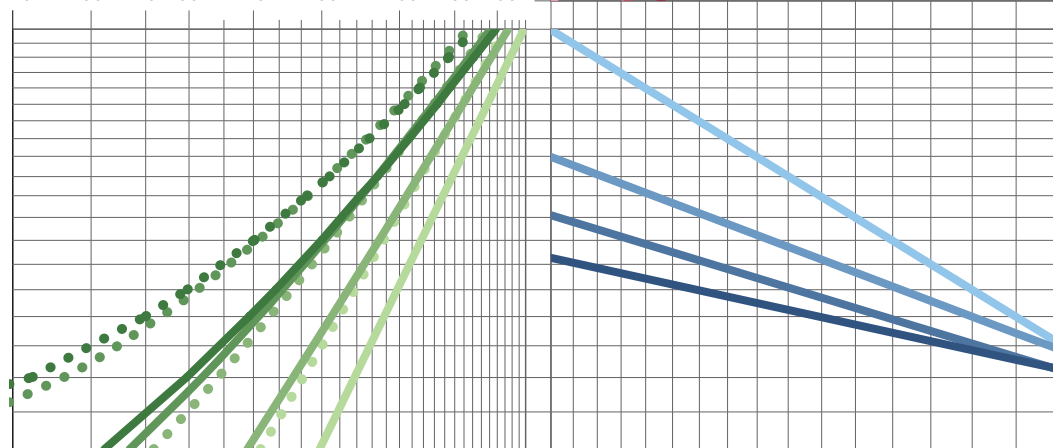
**Resultat**

Primærenergi kWh/m<sup>2</sup>

20 30 40 50 70 100 150 200 250

**Teknik**

- Naturlig ventilation og ekst. belysning + solceller
- Naturlig ventilation og lavenergi-belysning + solceller
- Mekanisk VGV og lavenergi-belysning + solceller
- Hybrid ventilation (naturlig/VGV) og lavenergi-belysning + solceller



**Isolering**

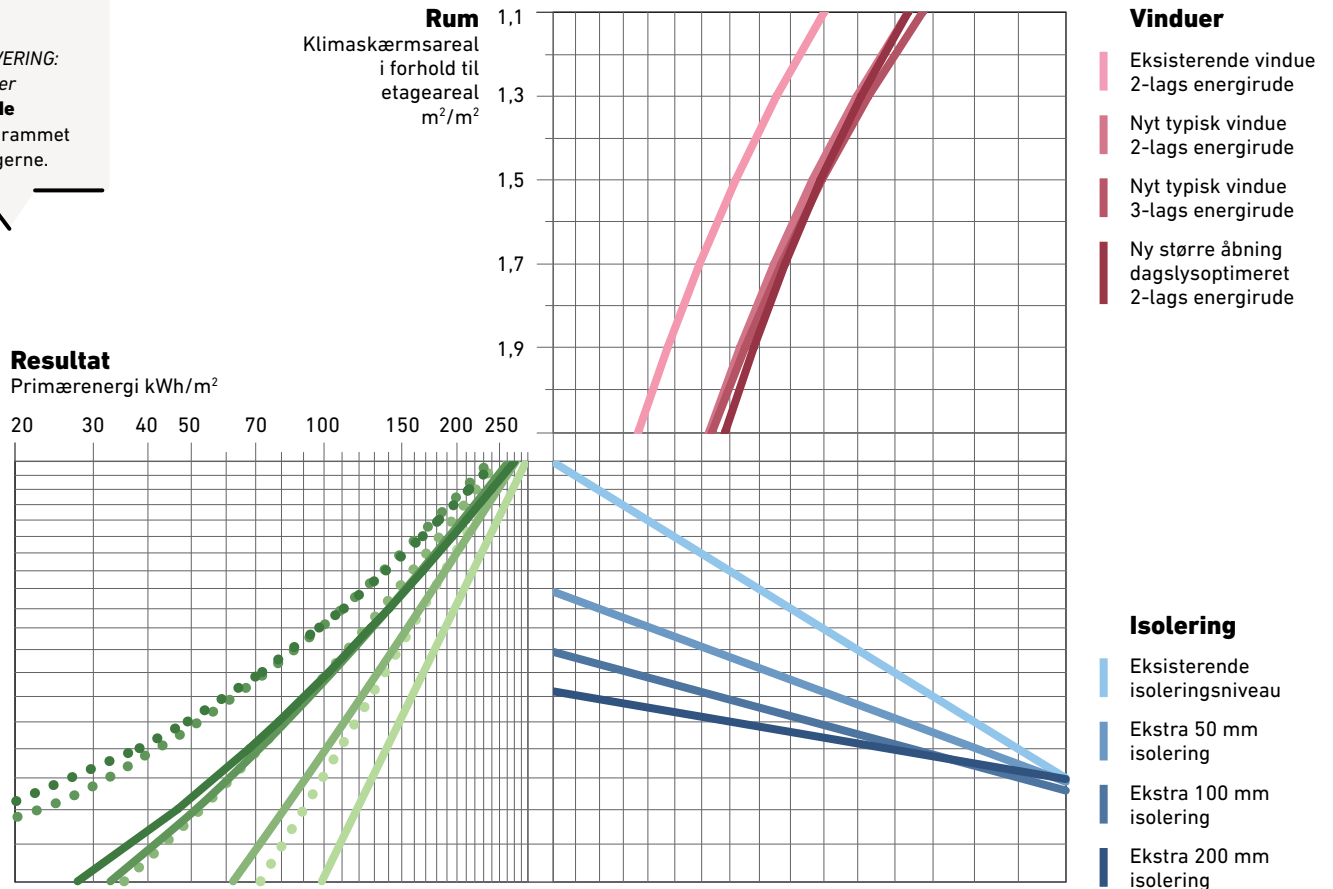
- Eksisterende isoleringsniveau
- Ekstra 50 mm isolering
- Ekstra 100 mm isolering
- Ekstra 200 mm isolering

# Primærenergiforbrug 1960-1980

1960-  
1980



ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.



# Dagslys & termisk indeklima

Sådan undersøges dagslysforhold og termisk indeklima for kontorhuse:

1. ▶

## DAGSLYS & VINDUER side 47

Beregn forholdet mellem husets vinduesareal og etagearealet (%) og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

2. ▶

Find den kurve, der svarer til facadetykkelsen.

3. ▶

Find den kurve, der svarer til a) rummets højde/dybdeforhold og b) til omgivelsernes højde/afstandsforhold. Nu kan du aflæse andelen af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %.

## DAGSLYS & OVENLYS side 48

Beregn forholdet mellem husets vinduesareal og etagearealet (%) og find den kurve, der svarer til din vinduestype.

Find den kurve, der svarer til tagtykkelsen.

Find den kurve, der svarer til rummets højde/dybdeforhold. Nu kan du aflæse andelen af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %

## TERMISK INDEKLIMA side 49

Beregn forholdet mellem klimaskærmsarealet og etagearealet ( $m^2/m^2$ ) og find den kurve, der svarer til dit vinduesareal og vinduestype.

Find den kurve, der svarer til isoleringstykkelsen.

Find den kurve, der svarer til a) strategien for sommerens naturlige ventilation og b) typen af solafskærmning. Nu kan du aflæse andelen af tiden med temperatur over 26 °C.

## Perspektiv• Energirenovat med dagslys

Kontorhuse, og især dem fra 1960-1980, har relativt dybe rum, og det kan være svært for dagslyset at trænge dybt ind i rummet.

Dagslytsdiagrammet for vinduer viser, at de fleste rum i kontorhuse har et dagslysniveau, som er langt under nutidens krav. Med et typisk vinduesareal på 15 % af etagearealet vil de fleste rum kun have 10-30 % af etagearealet med en dagslysfaktor over 2 %.

Det betyder, at energirenovering skal omtænkes, hvis kontorhuse skal overholde nutidens krav om mindst halvdelen af etagearealet med en dagslysfaktor på mindst 2 %.

## Perspektiv• Udnyt natkøling

Diagrammet for termisk indeklima viser, at en kombination af større vinduesarealer og klimaskærmsisolering kan resultere i overophedning. Det kan ofte elimineres ved at sikre et højt luftskifte i kombination med udnyttelsen af udvendig, bevægelig solafskærmning.

I ældre kontorhuse kan der være problemer med at finde plads til føring af nye, store ventilationskanaler. Omvendt er de fleste af beskeden rumdybde i forhold til nyere kontorhuse, og de er oprindeligt opført som naturligt ventilerede bygninger. Det giver god mening at udnytte naturlig ventilation med automatisk styring, så fordelene med natkøling kan udnyttes til at reducere overtemperaturen.



# Dagslys & vinduer



DOWNLOAD —

ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

## Resultat

Andel af etageareal med dagslysfaktor over 2 %

10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80%

### Rummets højde/dybde & omgivelsernes højde/afstand

Rum 40 % + omg. 20 %

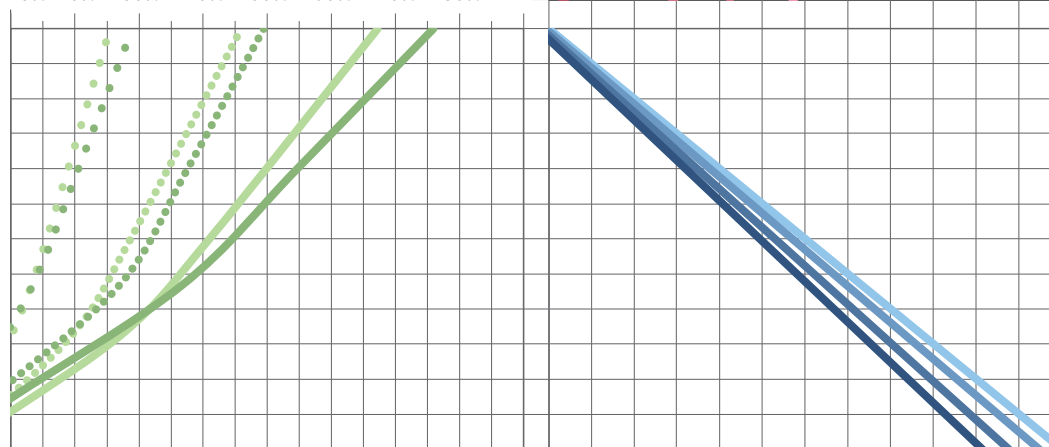
+ omg. 60 %

+ omg. 100 %

Rum 50 % + omg. 20 %

+ omg. 60 %

+ omg. 100 %



## Vinduer

- Dannebrogsvindue 2-lags energirude
- Typisk vindue 2-lags energirude
- Typisk vindue 3-lags energirude
- Dagslysoptimeret 2-lags energirude

## Facadetykkelse

- Eksisterende facadetykkelse
- Ekst. tykkelse + 50 mm isolering
- Ekst. tykkelse + 100 mm isolering
- Ekst. tykkelse + 200 mm isolering

# Dagslys & ovenlys

DOWNLOAD —

ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
Diagrammer & forudsætninger  
fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
for en større version af diagrammet  
og grundlaget for beregningerne.

## Resultat

Andel af etageareal med dagslysfaktor over 2 %

40% 50% 60% 70% 80% 90%

## Rummets højde/dybde

Rummets højde/dybde  
40 %

Rummets højde/dybde  
50 %

**Rum**  
Vinduesareal  
i forhold til  
etageareal  
%

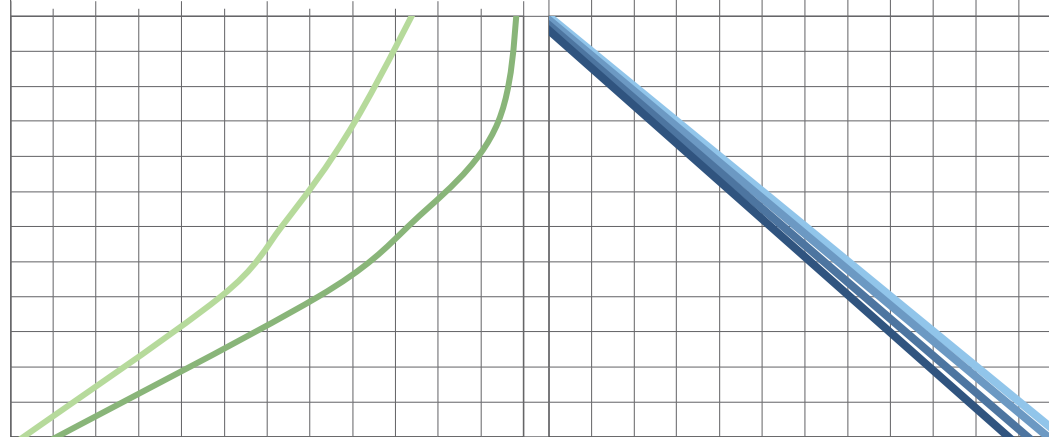
10 %  
14 %  
18 %  
22 %  
26 %

## Ovenlys

- Ovenlys  
2-lags energirude
- Ovenlys  
3-lags energirude

## Tagtykkelse

- Eksisterende  
tagtykkelse
- Ekst. tykkelse  
+ 50 mm isolering
- Ekst. tykkelse  
+ 100 mm isolering
- Ekst. tykkelse  
+ 200 mm isolering

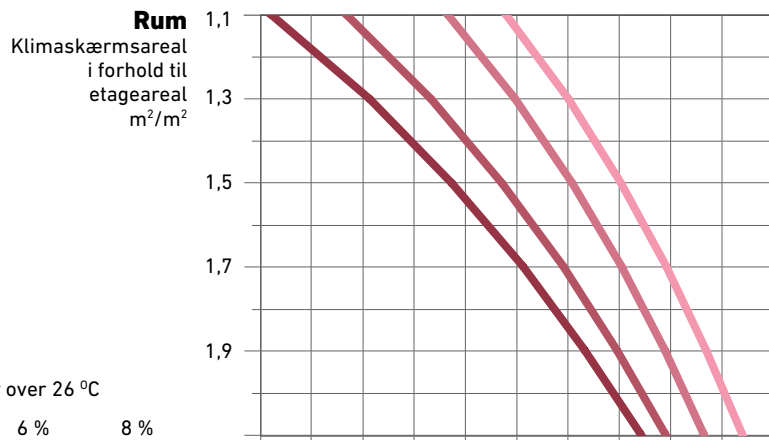


# Termisk indeklima



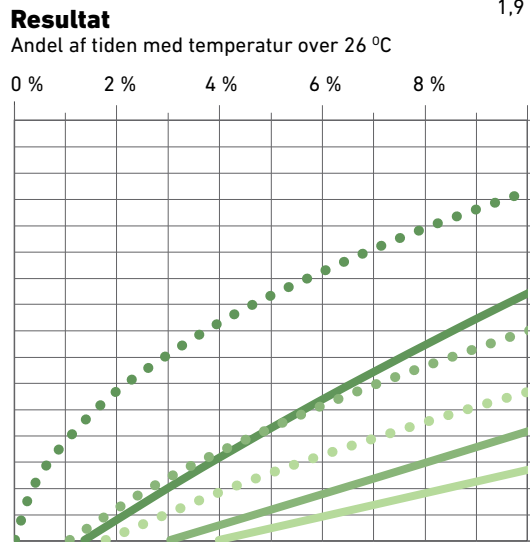
**DOWNLOAD** —

ARKITEKTUR **ENERGI** RENOVERING:  
 Diagrammer & forudsætninger  
 fra [www.sbi.dk/designguide](http://www.sbi.dk/designguide)  
 for en større version af diagrammet  
 og grundlaget for beregningerne.



- Vinduer**
- 15 % vinduesareal i forhold til etageareal 2-lags energirude
  - 20 % vinduesareal 2-lags energirude
  - 25 % vinduesareal 2-lags energirude
  - 25 % vinduesareal 3-lags energirude

- Sommerens ventilation og solafskærmning**
- Vinduer styret manuelt åbent om dagen i varme perioder
  - + udvendig, bevægelig solafskærmning
  - Vinduer automatisk åbent om dagen i varme perioder
  - + udvendig, bevægelig solafskærmning
  - Vinduer automatisk åbent dag og nat i varme perioder
  - + udvendig, bevægelig solafskærmning



- Isolering**
- Ekstra 50 mm isolering
  - Ekstra 100 mm isolering
  - Ekstra 200 mm isolering

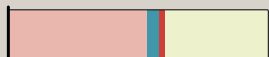
# Kontorhus 1850-1930

## Udgangspunkt

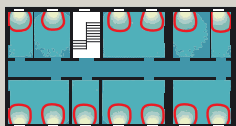
Beskrivelse ▶ Karrébebyggelsen er opført som administrationsbygning og er indrettet med to bærende hovedskillevægge i bygningens længde. Der er over 3 m til loftet på alle etager, men til gengæld er bygningen meget dyb. Der er både store og mindre gennemgående skorstene, som ikke bruges mere. Afstivende tværskillevægge giver en lang række mindre kontorer.

Udfordring ▶ Husets dybde giver problemer med dagslyset. Det kompliceres yderligere af den fine facade, der ikke bør underkastes radikale tiltag.

Potentialer ▶ Dybden er ikke kun en udfordring, men også et potentiale, da der kan arbejdes med placeringen af funktionerne, så der sikres en mere dynamisk indretning med plads til flere medarbejdere.



**Primærenergi**  
165 kWh/m<sup>2</sup>



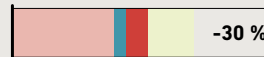
**Dagslys**  
21 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

## Typisk energirenovering

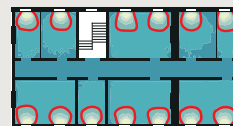
Tagkonstruktionen efterisoleres med 300 mm mineraluldsisolering, mens kælderdekke efterisoleres med 200 mm.

Alle vinduer suppleres med energiforsatsruder.

Der indlægges ventilation med varmegenvinding samt nye nedhængte lofter med mekanisk køling og ny, effektiv belysning.



**Primærenergi**  
116 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
17 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



**Vinduer** Alle vinduer forsynes med energiforsatsruder.



**Isolering** Taget efterisoleres med 400 mm og kælderdek med 200 mm mineraluldsisolering.



**Rum** De to gennemgående hovedskillevægge gennemhulles med åbne partier og glasdøre. De mindre skorstene rives ned for at skabe rumlighed og spredning af dagslys. Tagrummene inddrages til mødefaciliteter.



**Teknik** Der etableres nyt hybridventilationsanlæg med decentrale føringer. Hovedskorstene bruges til lodrette føringsveje, mens vandrette hovedføringer lægges i midten af bygningen, så loftshøjden kun sænkes markant på lokale steder.

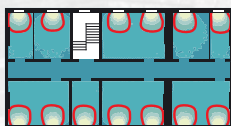
## Helhedsrenovering med merværdi

De lange gange med lukkede døre ind til kontorer med 3-6 medarbejdere erstattes af en mere åben indretning ved at nedlægge hele tværskillevægge og dele af hovedskillevægge, og ved at etablere glasskillevægge. Den åbne plan understøtter en moderne virksomhedskultur med samarbejde og videndeling. Det giver også en gennembelyst planløsning.

Tagrummene indrettes til mødefaciliteter og små auditorier for at inddrage de mange uudnyttede kvadratmeter i brugsarealet.



**Primærenergi**  
103 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
21 % af etagearealet med dagslysfaktor over 2 %

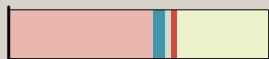
# Kontorhus 1930-1960

## Udgangspunkt

Beskrivelse• Huset blev opført i 1930'erne og består primært af større, dybe rum med bærende søjler samt en række mindre rum. De rene linjer med fokus på kvalitetshåndværk er et godt eksempel på moderne funktionalistisk kvalitetsbyggeri. Bygningen har skiftet funktion flere gange og undergået flere renoveringsprojekter - herunder udskiftning af vinduer - men fremstår i store træk originalt og solidt, bortset fra en fugtig kælder.

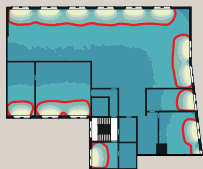
Udfordring• Facaden er med sin solide kvalitet og stramme geometri ikke velegnet til ændringer, selvom vinduerne ikke er så store.

Potentialer• De mange store rum kan nemt omdannes til storrumskontorer og det flade tag er en uudnyttet ressource.



### Primærenergi

169 kWh/m<sup>2</sup>



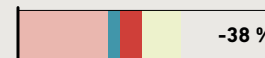
### Dagslys

25 % af etagearealet med dagslysfaktor over 2 %

## Typisk energirenovering

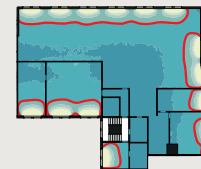
Taget efterisoleres med 200 mm isolering. Den fugtige kælder drænes, og der efterisoleres med 200 mm udvendig mineraluldsisolering på alle kældervægge. Der etableres mekanisk ventilation med varmegenvinding.

Alle vinduer udskiftes til 3-lags energivinduer med solafskærmende glas mod syd, øst og vest.



### Primærenergi

105 kWh/m<sup>2</sup>



### Dagslys

24 % af etagearealet med dagslysfaktor over 2 %



**Rum** De dybe lokaler lægges sammen til storrumskontor, og der etableres møde-, køkken- og toiletfaciliteter i midten, hvor der alligevel ikke er nok dagslys til arbejdspladser.



**Vinduer** Alle vinduer udskiftes med 2-lags energivinduer med smalle profiler for at sikre dagslysniveauet, og der etableres udvendig, bevægelig solafskærmning.

## Helhedsrenovering med merværdi

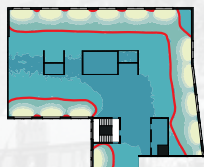
De store, dybe rum kan udnyttes til etablering af moderne storrumskontorer. Alle vinduer udskiftes til 2-lags dagslysoptimerede vinduer for at forbedre dagslysniveauet. De mørke zoner i midten udlægges til sekundære funktioner som tekøkken, møderum, toiletter og garderobe.

Den nye indretning giver maksimal udnyttelse af daglysoplyste arealer og skaber en åbenhed, som virksomheden kan bruge til at understøtte videndeling mellem medarbejderne.



### Primærenergi

72 kWh/m<sup>2</sup>



### Dagslys

36 % af etagearealet med dagslysfaktor over 2 %



**Teknik** Varmeanlægget udskiftes, og der etableres hybridventilation med decentrale føringer. Et nyt nedhængt loft med integreret belysning og akustikregulering etableres. På det flade tag opsættes solceller som et energitilskud.



**Isolering** Taget efterisoleres med 200 mm, og kælder-væggene isoleres med 200 mm udvendig isolering efter dræning af den fugtige kælder.

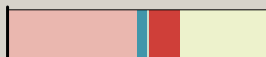
# Kontorhus 1960-1980

## Udgangspunkt

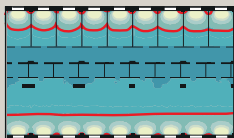
Beskrivelse• Ejendommen er fra 1979 og har en god etagehøjde på 3,3 m, men det nedsænkede loft betyder, at der er en loftshøjde 2,4 m, så lyset ikke kan trænge ind i dybden, og luften hurtigt bliver beklumret. Til gengæld giver den lave loftshøjde gode akustiske forhold.

Udfordring• Facadens åbningsgrad er ikke stor nok til at give tilstrækkeligt dagslys i de forholdsvis dybe cellekontorer. Betondækket er tyndt og giver problemer med trinstøj.

Potentialer• Tagetagen er udnyttet og repræsenterer et meget stort volumen, som med fordel kan inddrages i brugsarealet.



**Primærenergi**  
186 kWh/m<sup>2</sup>



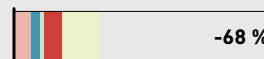
**Dagslys**  
31 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %

## Typisk energireovering

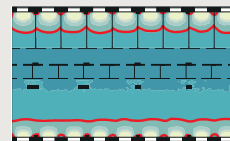
Der efterisoleres udvendigt med 100 mm, og tagkonstruktionen efterisoleres med 400 mm isolering. Kælderdækket efterisoleres med 200 mm.

Alle vinduer udskiftes med 3-lags energivinduer.

Ventilationsanlægget udskiftes med et moderne anlæg med varmegenvinding.



**Primærenergi**  
60 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
29 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %





**Vinduer** Alle vinduer udskiftes med 2-lags, dagslysoptimerede energivinduer. Der etableres dobbelthøje 'dagslysrum' enkelte steder, så dagslyset trænger ind i dybden.

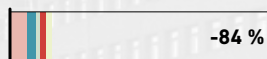


**Rum** De mange cellekontorer sammenlægges til storrums-kontor, og der etableres bifunktioner i midten af bygningen. På den uudnyttede tagetage etableres møde- og showroomfaciliteter, og dagslyset sikres ved at etablere store nordvendte vinduespartier og ovenlys.

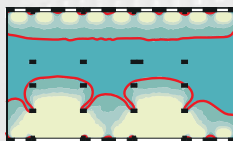
## Helhedsrenovering med merværdi

Ved at sammenlægge de mange cellekontorer til storrumskontor får man en bedre areal- og daglys-udnyttelse med en indretning, der understøtter mange virksomheders ønske om åbenhed. Dette forstærkes ved at etablere dobbelthøje 'dagslysrum', hvor en del af etageadskillelsen fjernes enkelte steder og facaden udskiftes med et stort glasparti. Gulvarealet reduceres en smule, men dette kompenseres der for med storrumskontorets mere effektive arealanvendelse.

På loftsetagen åbnes hele tagfladen mod nord, og der indsættes store vinduespartier.



**Primærenergi**  
29 kWh/m<sup>2</sup>



**Dagslys**  
59 % af etagearealet med  
dagslysfaktor over 2 %



**Isolering** Den eksisterende hulmurisolering suppleres med 100 mm udvendig efterisolering, og der opsættes en let regnskærm. Taget efterisoleres med 400 mm og kælderdekkes med 200 mm.



**Teknik** Der etableres et nyt decentralt ventilationsanlæg, hvor hovedføringsveje koncentrerer i husets midte, så loftshøjden kan øges ud mod facaderne. Det nye nedhængte loft er et multifunktionelt loft med integrerede løsninger for trinstøj og belysning. På husets sydlige tagflade etableres solceller.

# Referencer / her kan der læses mere

## Referencer i designguiden

Kragh, J. & Wittchen, K.B. (2010).

*Danske bygningers energibehov i 2050. SBI 2010:56.*

Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

Wittchen, K.B. (2009).

*Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri. SBI 2009:05.*

Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

## Her kan der læses mere

Dansk Bygningsarv A/S m.fl. (2012).

*Renovering – 25 eksempler på vellykket renovering.*

København: Grundejernes Investeringsfond.

Marsh, R. (2013).

*Arkitektur Energi Renovering: Diagrammer & forudsætninger.*

København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

Energistyrelsen m.fl. (2013).

*Er dit hus klar til fremtiden?*

København: Energistyrelsen

Realea A/S m.fl. (red.) (2010).

*Energiparcel.*

København: Realea A/S.

Engelmark, J. (2013).

*Dansk byggeskik. Etagebyggeriet gennem 150 år.*

København: Grundejernes Investeringsfond/Realdania.

Smith (2010).

*Analyse - energirenovering af etageejendomme.*

København: Smith.

Havelund, M. (2011).

*Hvidbog om bygningsrenovering.*

København: Bygherreforeningen/Grundejernes Investeringsfond.

Smidt-Jensen, S. & Nørgaard, S.C. (red.) (2011).

*Arkitektur og energirenovering. Det murede etagebyggeri fra 1920 til 1960.*

København: Dansk Arkitektur Center.

Kongebro, S. m.fl. (2012).

*Hvad med dagslys? - designmanual med forslag til helhedsrenovering.*

København: Henning Larsen Architects.

Thomsen, K.E. m.fl. (2012).

*Task Force. Netværk for energirenovering. SBI 2012:09.*

Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

# Kolofon

<b>Titel</b>	Arkitektur Energi Renovering: Designguide for energi-, dagslys- og indeklimarenovering
<b>Format</b>	E-bog
<b>Udgave</b>	1. udgave
<b>Udgivelsesår</b>	2013
<b>Forfatter</b>	Rob Marsh, Lise Mansfeldt Faurbjerg, Signe Kongebro
<b>Sprog</b>	Dansk
<b>Sidetæl</b>	56
<b>Referencer</b>	s. 56
<b>Emneord</b>	Arkitektur, energi, dagslys, indeklima, renovering
<b>ISBN</b>	978-87-92739-59-9
<b>Layout &amp; design</b>	Henning Larsen Architects
<b>Fotos &amp; illustrationer</b>	Henning Larsen Architects: s. 4, 18-23, 34-39, 50-55 Rob Marsh: alle andre
<b>Udgiver</b>	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-Post sbi@sbi.aau.dk www.sbi.dk

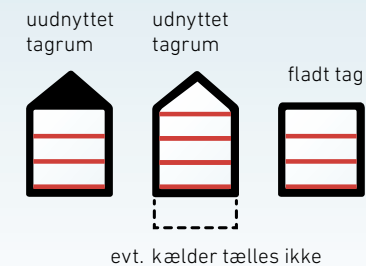
Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

# Inputdata

Sådan skal inputdataene til værktøjsdiagrammerne fastlægges

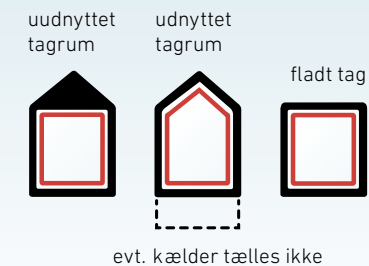


## Fastlæggelse af etageareal:



*Etagearealet svarer til det opvarmede etageareal. Det antages, at evt. kælderrum er uisoleret, og tælles ikke.*

## Fastlæggelse af klimaskærmsareal:

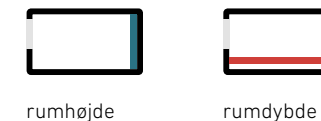


*Klimaskærmsarealet bestemmes ud fra de flader, som omkranser de opvarmede rum.*

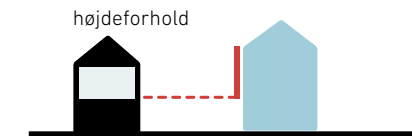
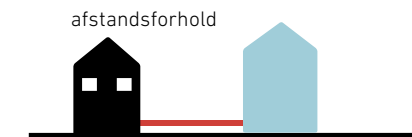
## Fastlæggelse af vinduesareal i forhold til etageareal:



## Fastlæggelse af rummets højde/dybdeforhold:



## Fastlægge af omgivelsernes afstandforhold og højdeforhold:



*Højden af omgivelserne bestemmes ud fra det pågældende rums gulvniveau.*

# Energirenovering kræver helhedstænkning!

## Denne designguide er udarbejdet af:

Rob Marsh, arkitekt maa ph.d, seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet (projektleder)  
Lise Mansfeldt Faurbjerg, B.eng. BA, Henning Larsen Architects  
Signe Kongebro, arkitekt maa, associeret partner, Henning Larsen Architects.

## Projektets følgegruppe består af:

Annette Blegvad, cand.ling.merc, chefkonsulent, Arkitektforeningen  
Mikael Koch, arkitekt maa, konsulent, DanskeArk  
Jette Leth Djælund, bygningskonstruktør mak, chefkonsulent, Konstruktørforeningen  
Kurt Emil Eriksen, teknikumingeniør, besyrelsesmedlem, IDA-BYG  
Jacob Høgh, cand.techn.soc, konsulent, Energifonden  
Stine Lea Jacobi, arkitekt maa, projektleder, Realdania.

## Kommentarer til designguiden sendes gerne til:

Projektlederen Rob Marsh på [rom@sbi.aau.dk](mailto:rom@sbi.aau.dk).

## Energirenovering kræver, at der tages nuanceret stilling til såvel bløde, holdningsprægede værdier som hårde, tekniske problemstillinger i en helhed.

Denne designguide skal bruges tidligt i renoveringsprocessen; før bygherren har fastlagt programkravene, og før rådgiverne har tegnet de første skitser.

Målet er at udvikle kvalificerede renoveringsstrategier, som forener energi-, dagslys- og indeklimakrav med de øvrige projekteringsparametre.

Målgruppen for designguiden er arkitekter, konstruktører og bygningsingeniører i deres beskæftigelse som rådgivere, bygherrer, myndigheder og undervisere.

Designguiden er udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet og Henning Larsen Architects.

Projektets følgegruppe består af Arkitektforeningen, DanskeArk, Konstruktørforeningen og IDA-BYG.

Designguiden er finansieret af Energifonden og Realdania.



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

HENNING LARSEN ARCHITECTS

