

Spilka Fagdager

# Vindusløsninger ved energieffektivisering av eneboliger

Birgit Risholt, SINTEF Byggforsk/NTNU

Ålesund 17.10.2012

# Vindusløsninger ved energieffektivisering av eneboliger

- Markedspotensialet
  - Energisparing ved nye vindu
  - Dagslys
  - Lufttetthet
  - Kostnader
- 
- Vindusprodusenten, eneboligeieren, byggmesteren og byggshopen





Årlig energibruk i norske boliger var 46 TWh i 2009. Eneboliger sto for 30 TWh (Statistisk sentralbyrå 2010).

# Markedspotensialet

## Byggeboom på eneboliger på 70- og 80-tallet

1946-1970



342 000 eneboliger

1971-1980



215 000 eneboliger

1981-1990

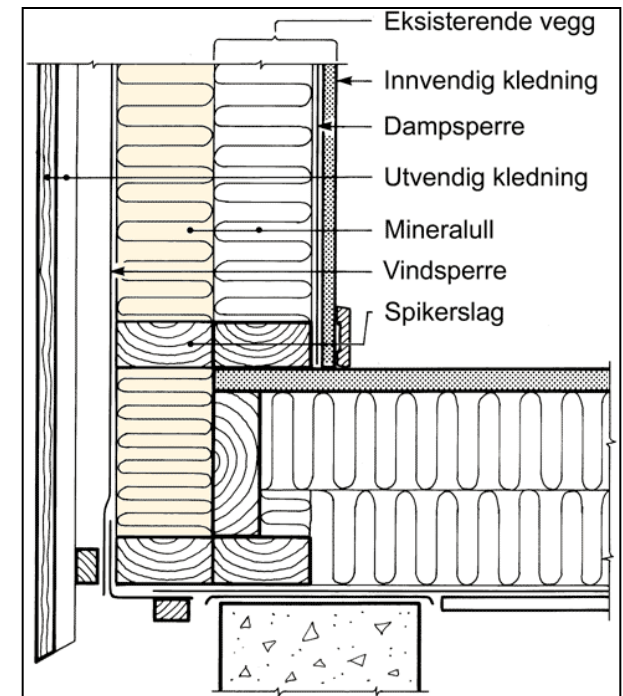


207 000 eneboliger

Kilde: "Energy Analysis of the Norwegian Building Stock", Thyholt m. fl., april 2009  
Bilder fra [www.maihaugen.no](http://www.maihaugen.no)

# Forskriftskrav til U-verdi

	<b>U-verdi (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>Isolasjons- tykkelse (mm)</b>
1960-	0,5	100
1980-	0,29	150
1997-	0,22	200
2007	0,18	250



Source: Byggforskserien [www.bks.no](http://www.bks.no)

Enebolig beliggende i landlige omgivelser

# BRUMUNDDAL

Ellevsetervegen 643 • P-rom/Bra. 142/159 • Oppdrag: 50610022



Prisantydning:  
**1.090.000,-**

**Gode solforhold og turområder**

www.dnbnoeiendom.no  
Tlf: 09999

**DnB NOR**  
Eiendom

## Trondheim

Stavset - Enebolig med høy standard - flott utsikt!



Adresse: Stavsetvingen 59  
Prisantydning: Kr 3 290 000,- + omk  
Eierform: Enebolig

Kontaktinfo  
Jahn Dalheim

Mobil: 92 86 63 98  
Email: jahn@nylandereiendom.no  
Fax: 73 83 33 01

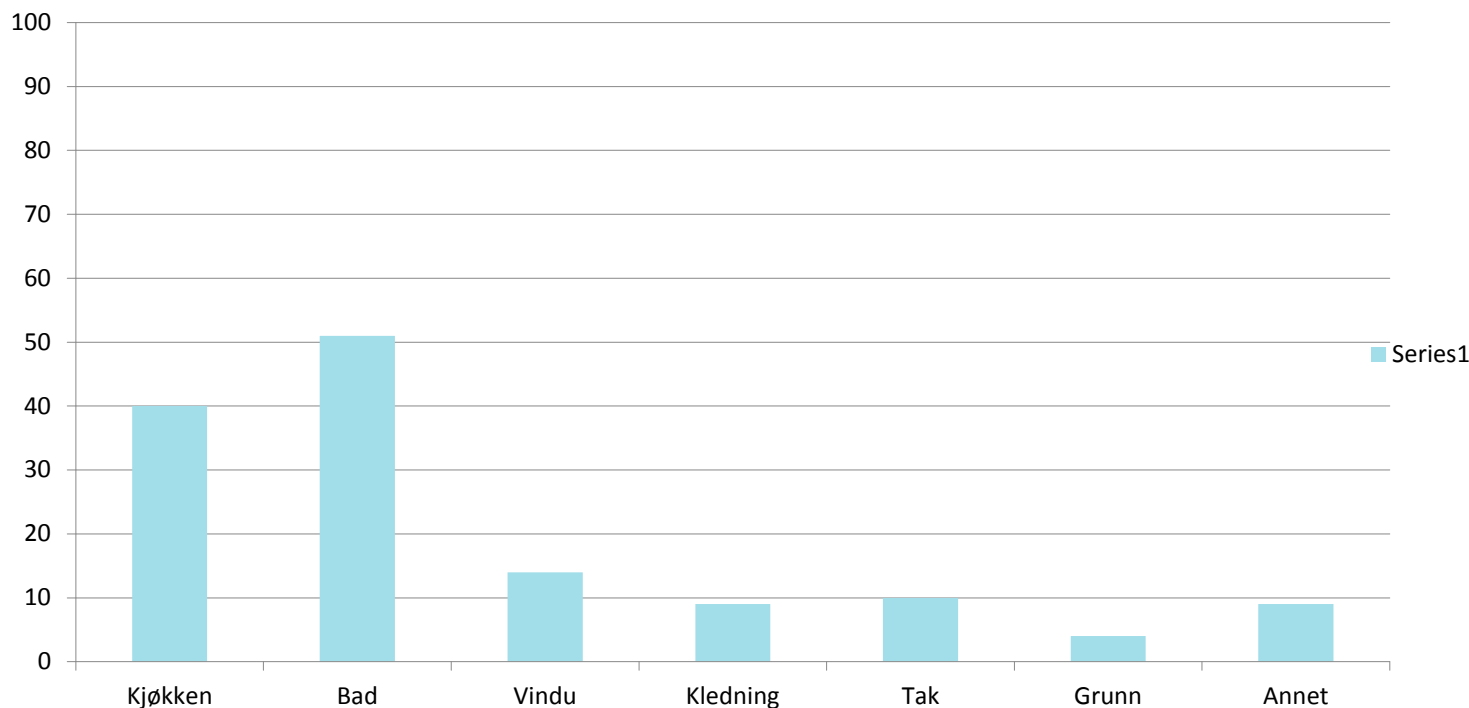


nylandereiendom.no

**NYLANDER** eiendom

# Markedspotensialet

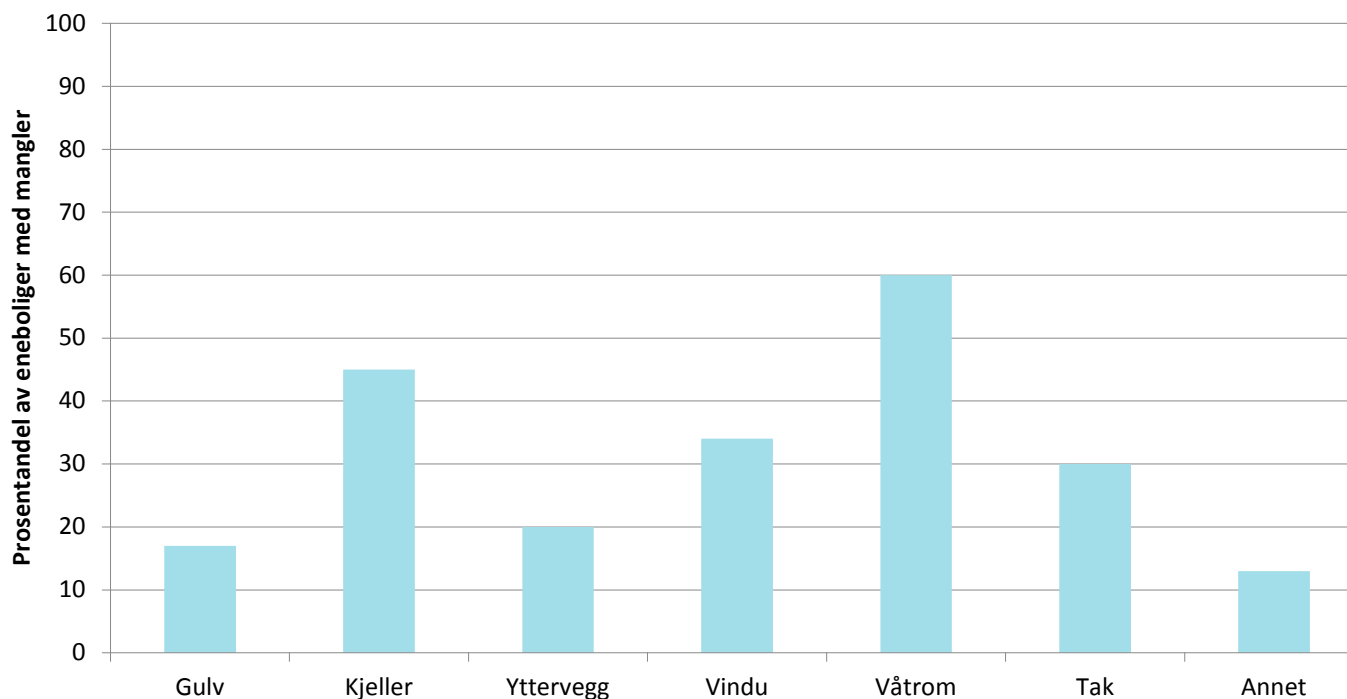
## Rehabiliteringsstatus for eneboliger fra 80-tallet



Kilde: Risholt, Time og Hestnes, "Technical condition and renovation status for Norwegian dwellings", submitted for publishing in the Journal Structural Survey

# Markedspotensialet

## Skader på eneboliger fra 80-tallet



Kilde: Risholt, Time og Hestnes, "Technical condition and renovation status for Norwegian dwellings", submitted for publishing in the Journal Structural Survey

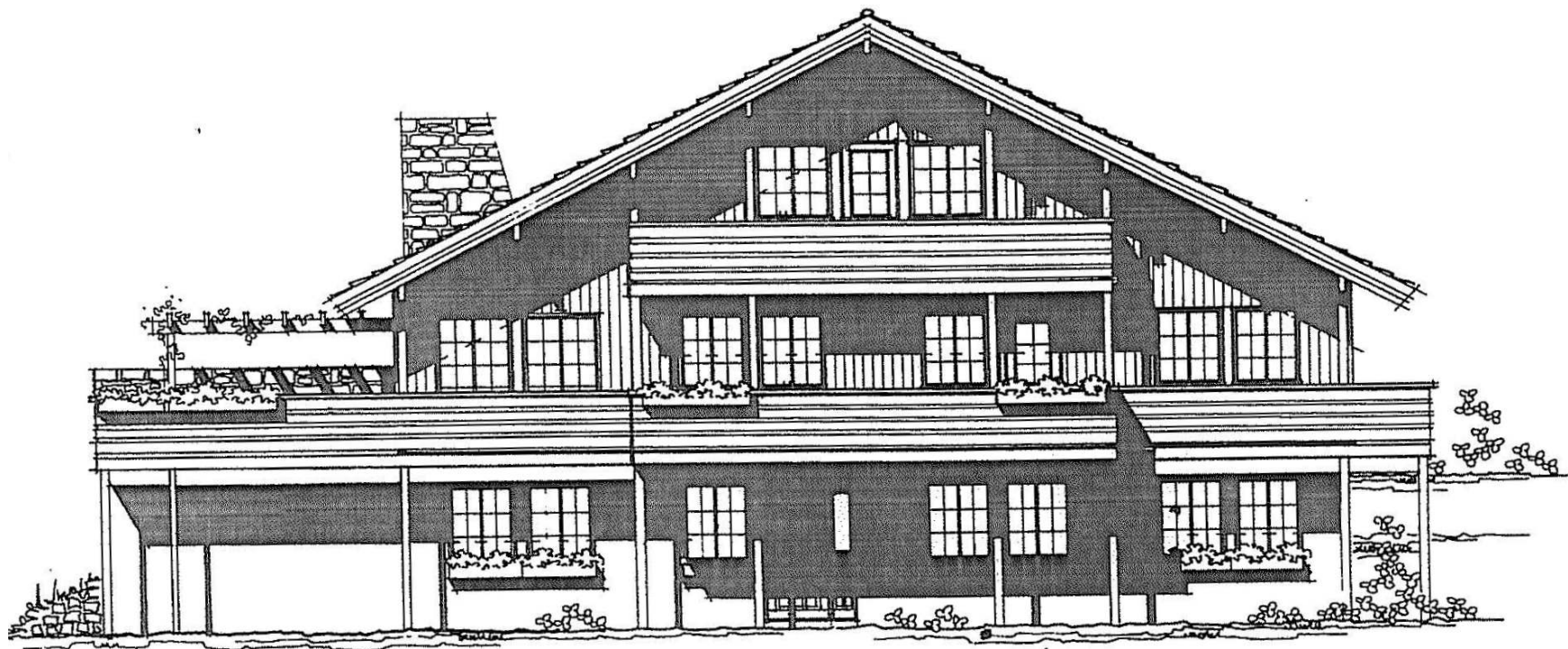


# Markedspotensialet

## Rehabilitering av eneboliger

- Totalt 1,2 millioner eneboliger
  - Halvparten er bygd i perioden 1960 – 1990
- Behov for rehabilitering av bygningskroppen
- Behov for energieffektivisering
- Behov for nye vinduer
  - Hva slags vindu ønsker vi at huseieren skal kjøpe?
  - Hvordan finner huseieren ut hvilke vindu som er best?
  - Hva kan resultatet bli av at det monteres nye vindu?
  - Når kommer forskriftskravene på U-verdi for vinduer til rehabilitering?

# Block 180



# Kjennetegn for 80-tallshuset

## Energirammer for Block 180

	Beregnet som bygd*	TEK 2010	Passivhus NS 3700:2010
Energiramme	215 kWh/m <sup>2</sup>	126 kWh/m <sup>2</sup>	74 kWh/m <sup>2</sup>
Romoppvarming	145 kWh/m <sup>2</sup>	56 kWh/m <sup>2</sup>	15 kWh/m <sup>2</sup>
Energimerke	E	C	A

\* Beregnet i henhold til NS 3031



# Oppgradering til dagens energistandard gitt i TEK 2010

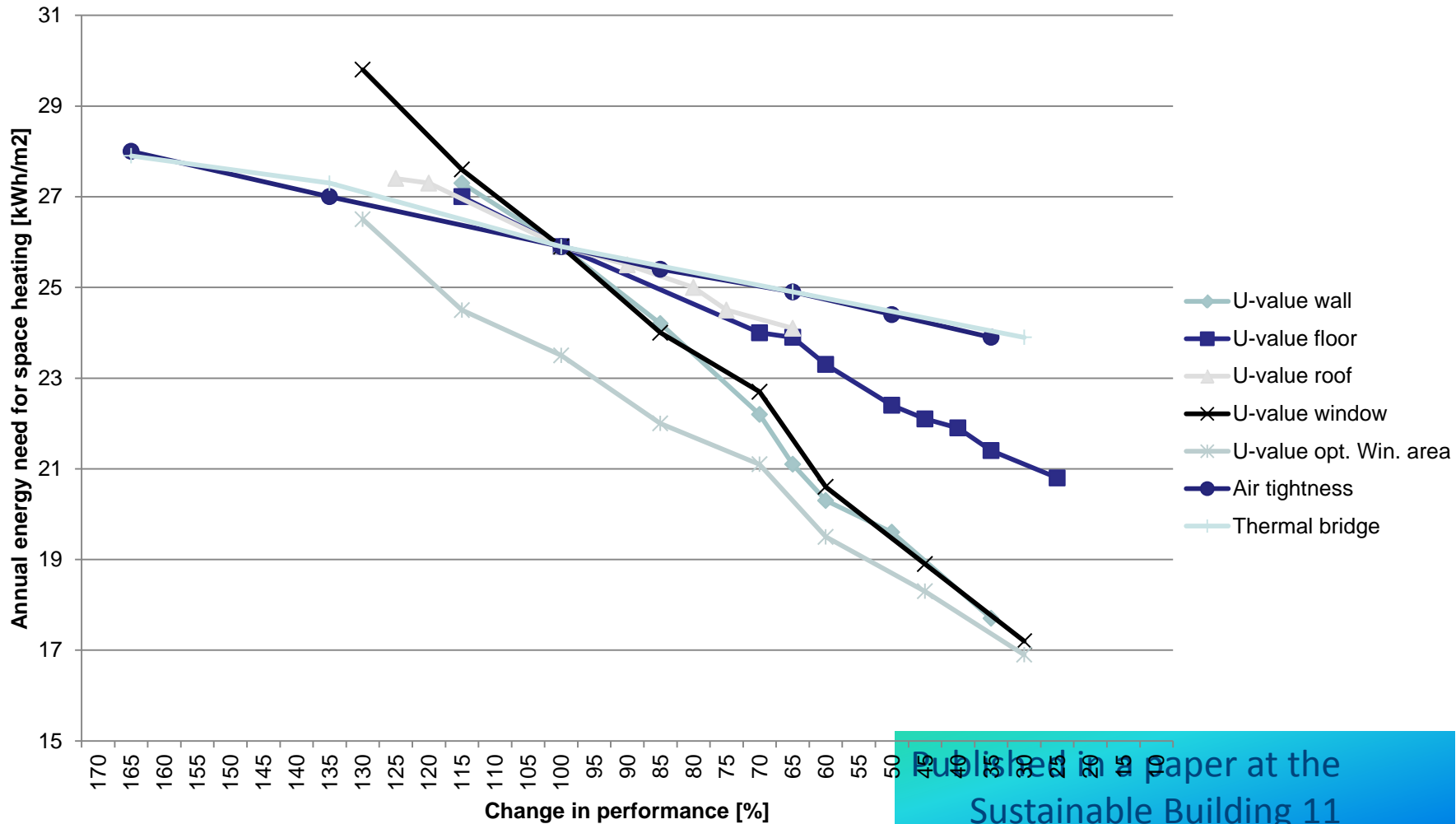
- Meget godt isolerte vinduer og dører
  - $U_{\text{vindu}} = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Etterisolering av vegger
  - 15 cm utvendig til totalt 25 cm
  - $U_{\text{vegg}} = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Kuldebroverdi =  $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Vindtetting
  - lekkasjetall = 2,0 1/h
- Ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning
  - virkningsgrad 80 %.

# Oppgradering til framtidens energistandard med dagens teknologi

- Superisolerte vinduer og dører,  $U_{\text{vindu}} = 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Etterisolering
  - vegger, totalt 300 mm isolasjon  $U_{\text{vegg}} = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
  - Tak, total 400 mm isolasjon  $U_{\text{tak}} = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
  - Gulv totalt 150 mm isolasjon  $U_{\text{gulv}} = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
  - kuldebroverdi =  $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Vindtetting, lekkasjetall =  $0,6 \text{ 1/h}$
- Ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning virkningsgrad 80 %.

Men dette er ikke "godt nok" i forhold til nye passivhus bygd i henhold til NS 3700

# Thermal performance of the renovated building envelope



Published paper at the Sustainable Building 11 conference in October



Men kondens på utsiden av glasset et godt tegn for strømregningen.

## Nye, godt isolerte vinduer dugger mer

Men kondens på utsiden av glasset et godt tegn for strømregningen.

# Fenestration solutions for zero emission renovation of dwellings

Paper presentert på Passivhus Norden konferansen i Helsinki, oktober 2011

Forfatter : Birgit Risholt



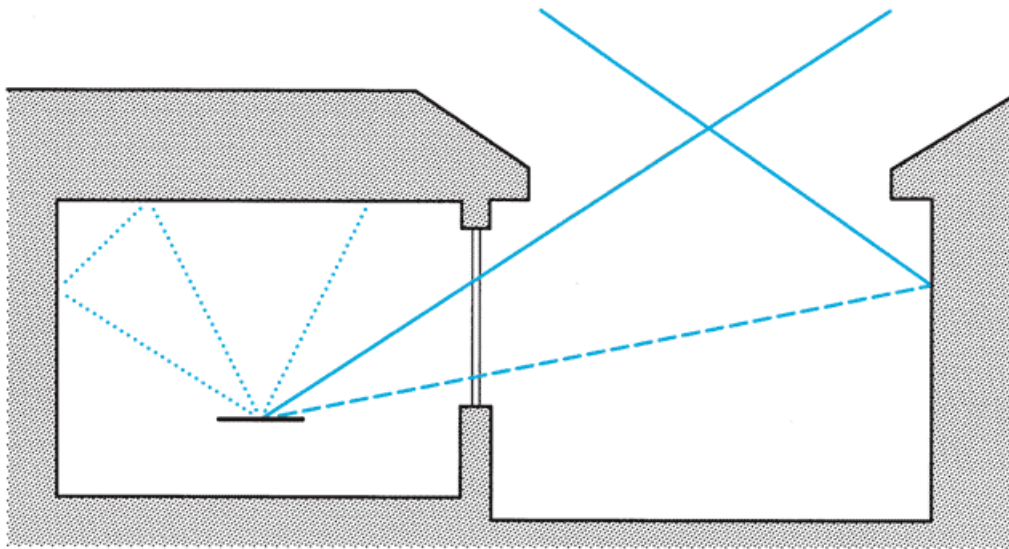
# Hvorfor må vi ha vindu i bygninger?

- **Dagslys**
- **Utsyn**
- Klimaskjerm
- Ventilasjon/lufting
- Rømningsvei
- Mekanisk stabilitet
- Estetikk
- Lydisolering
- ...



# Dagslys krav for oppholdsrom

- 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor
  - Inkluderer direkte og reflektert solly
  - Inkluderer skjerming



[www.sintefbok.no](http://www.sintefbok.no)  
BKS 421.626

# Dagslysberegnigner for 3 rom

Sørvest fasade

**Kjøkken**

Golvareal 15.2 m<sup>2</sup>



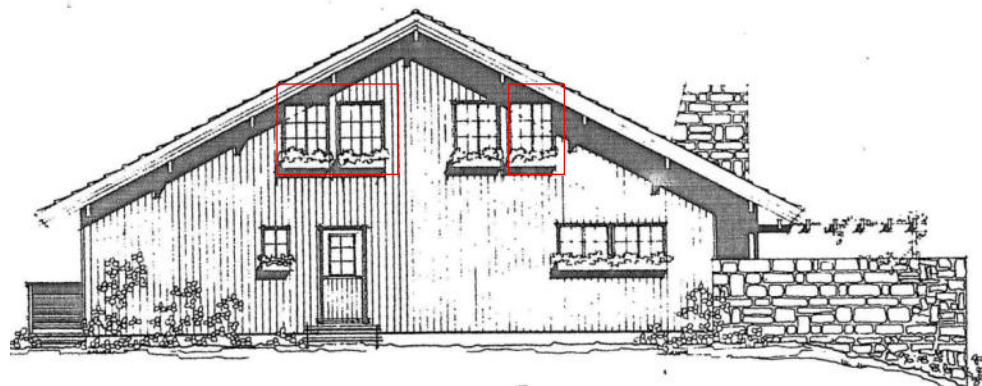
Nordvestfasade

**Kontor**

Golvareal 13.3 m<sup>2</sup>

**Soverom**

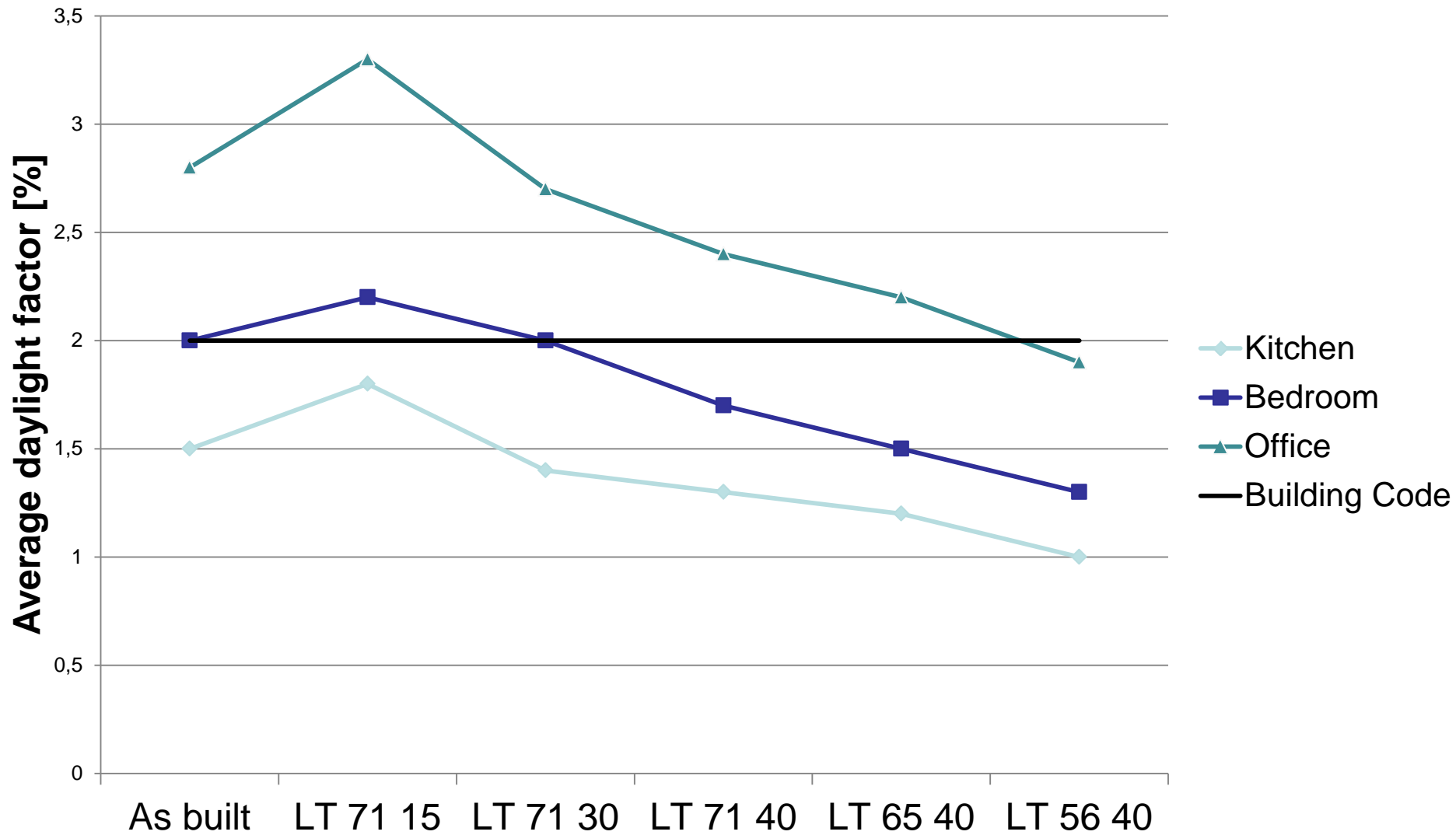
Golvareal 7.8 m<sup>2</sup>



# Vindustyper og veggtykkelser etter rehabilitering

	Wall thickness [m]	Average window frame ratio [%]	Thermal and radiation properties of the glazing		
			Light transmittance [%]	U-value [W/m <sup>2</sup> h]	g-value [%]
<b>As built</b>	150	40	70	1.7	70
<b>Regular 150</b>	150	30	71	0.7	56
<b>Regular 300</b>	300	30	71	0.7	56
<b>Regular 400</b>	400	30	71	0.7	56
<b>Low</b>	400	30	65	0.7	52
<b>Very low</b>	400	30	56	0.5	32

# Dagslys beregninger



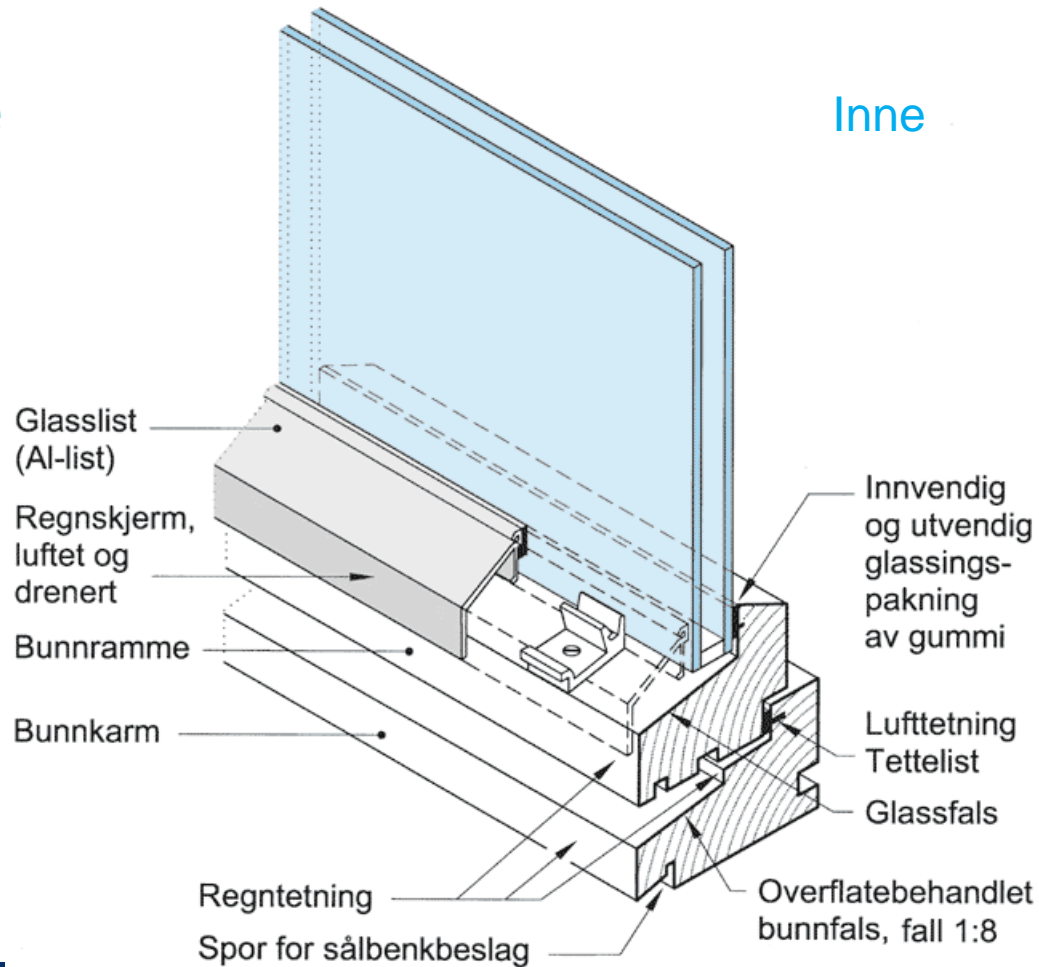
## Kjøkken: mulige måter for å oppfylle dagslyskravet

- Regular 400 scenario
  - Fjerne balkongen over vinduet vil øke dagslys faktoren til 1,9 %
  - Øke vindusarealet fra 2,3 m<sup>2</sup> to 3.4 m<sup>2</sup> kan øke dagslysfaktoren til 2,0 %.
- Very low scenario
  - Øke vindusarealet fra 2,3 m<sup>2</sup> to 4,3 m<sup>2</sup> kan øke dagslysfaktoren til 2,0 %.
- ... men et større vindusareal kan gi økt varmetap gjennom veggen...

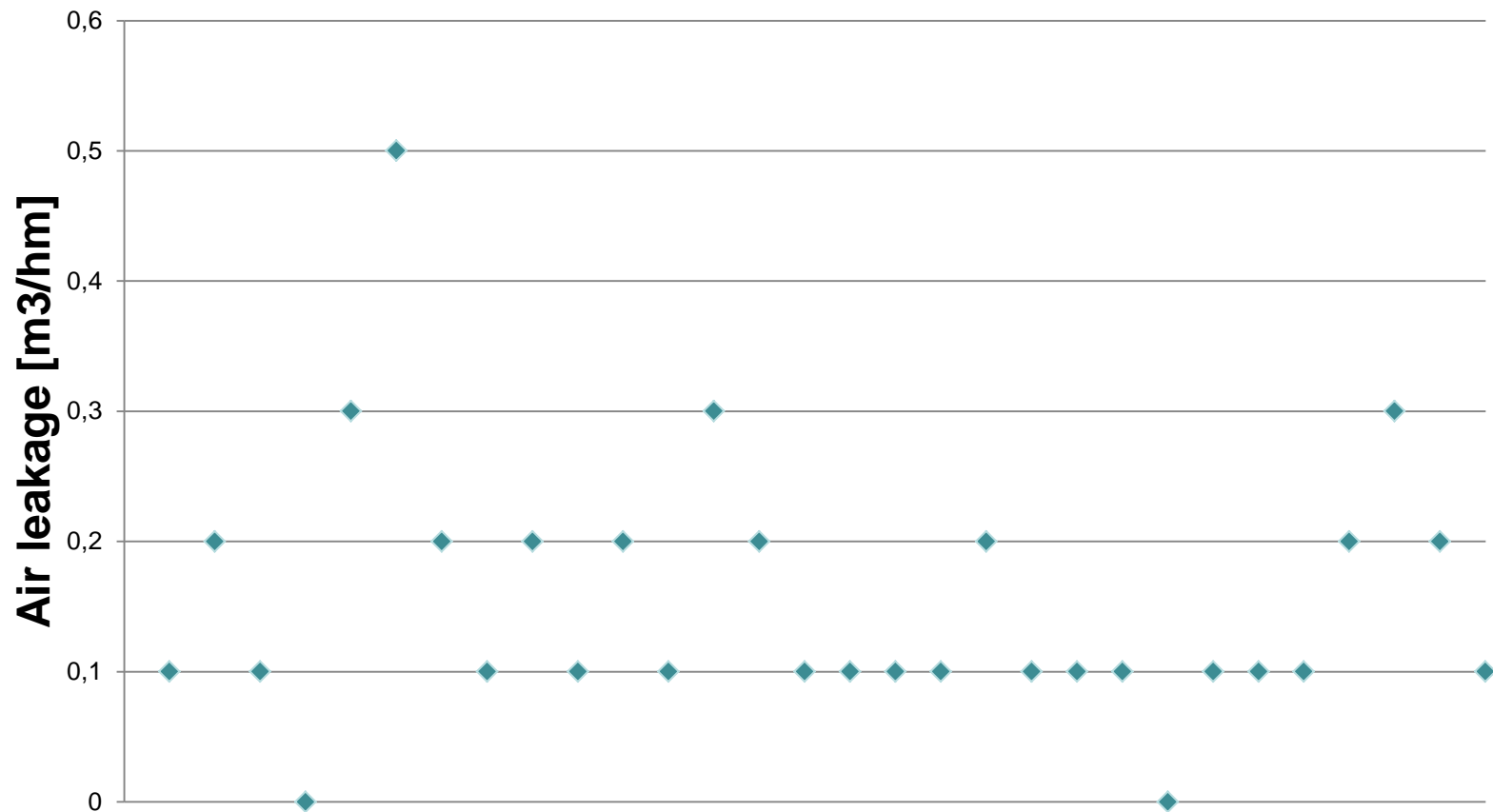
# Luft- og regntetthet for norske vinduer

Ute

Inne

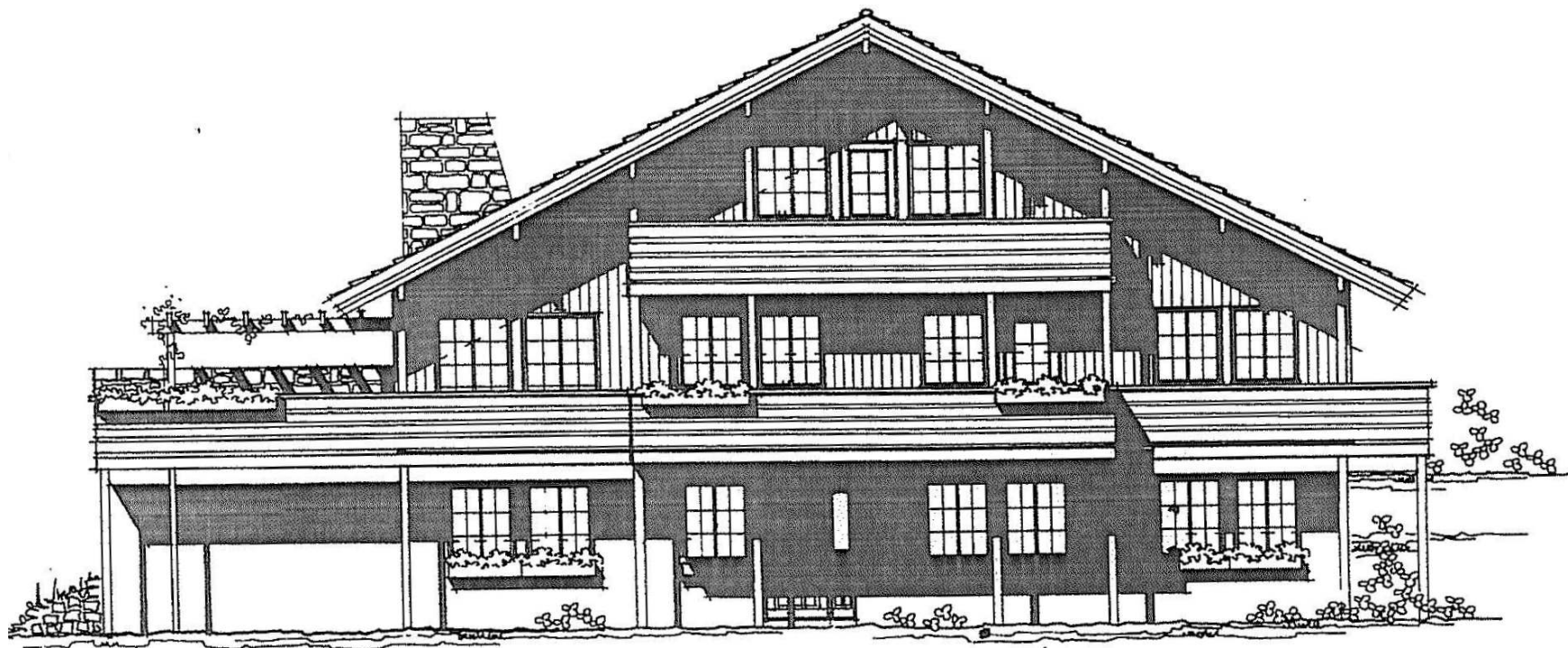


# Målt luftlekkasje ved 50 Pa for 30 norske vinduer og vindusdører

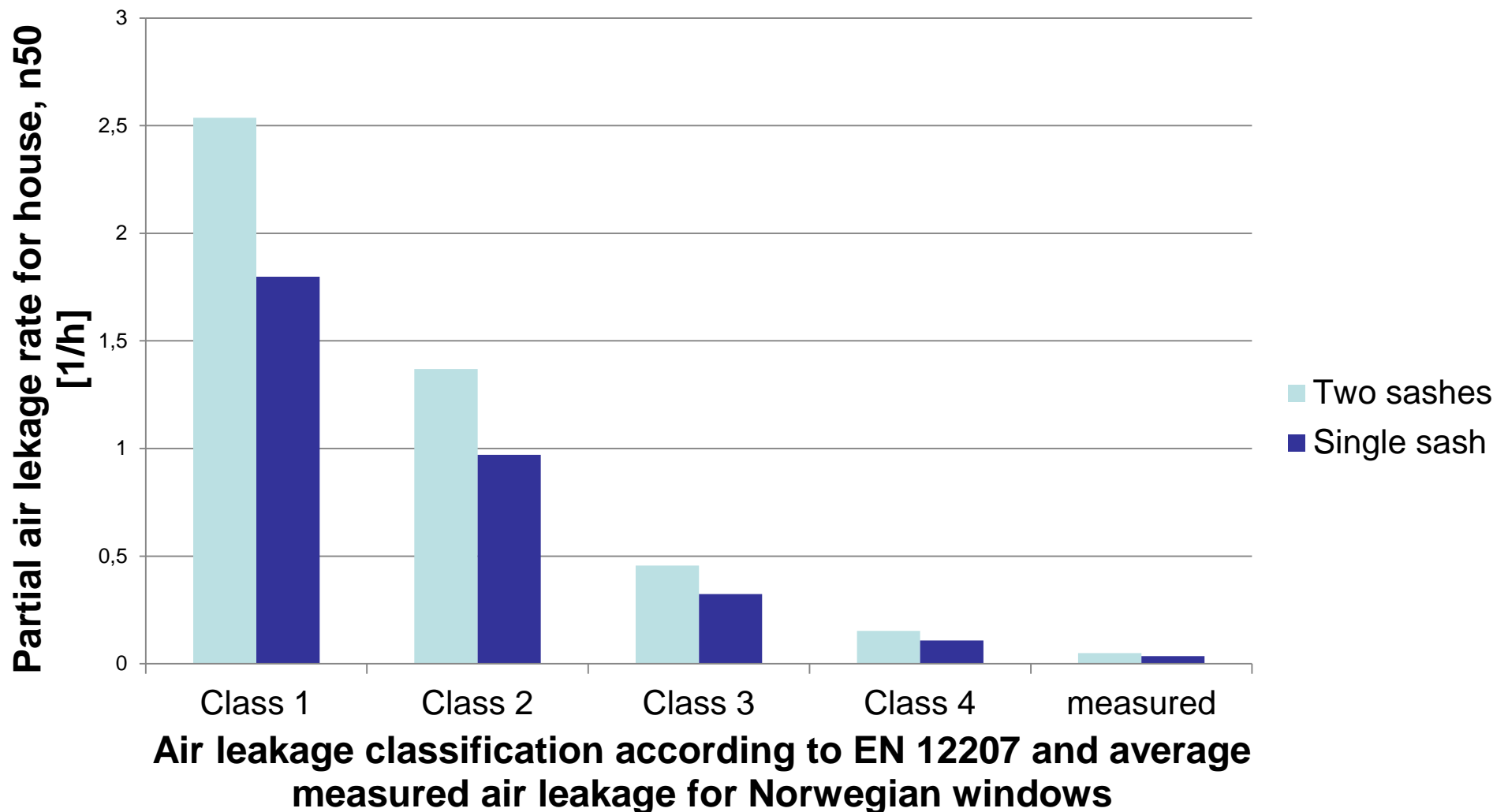




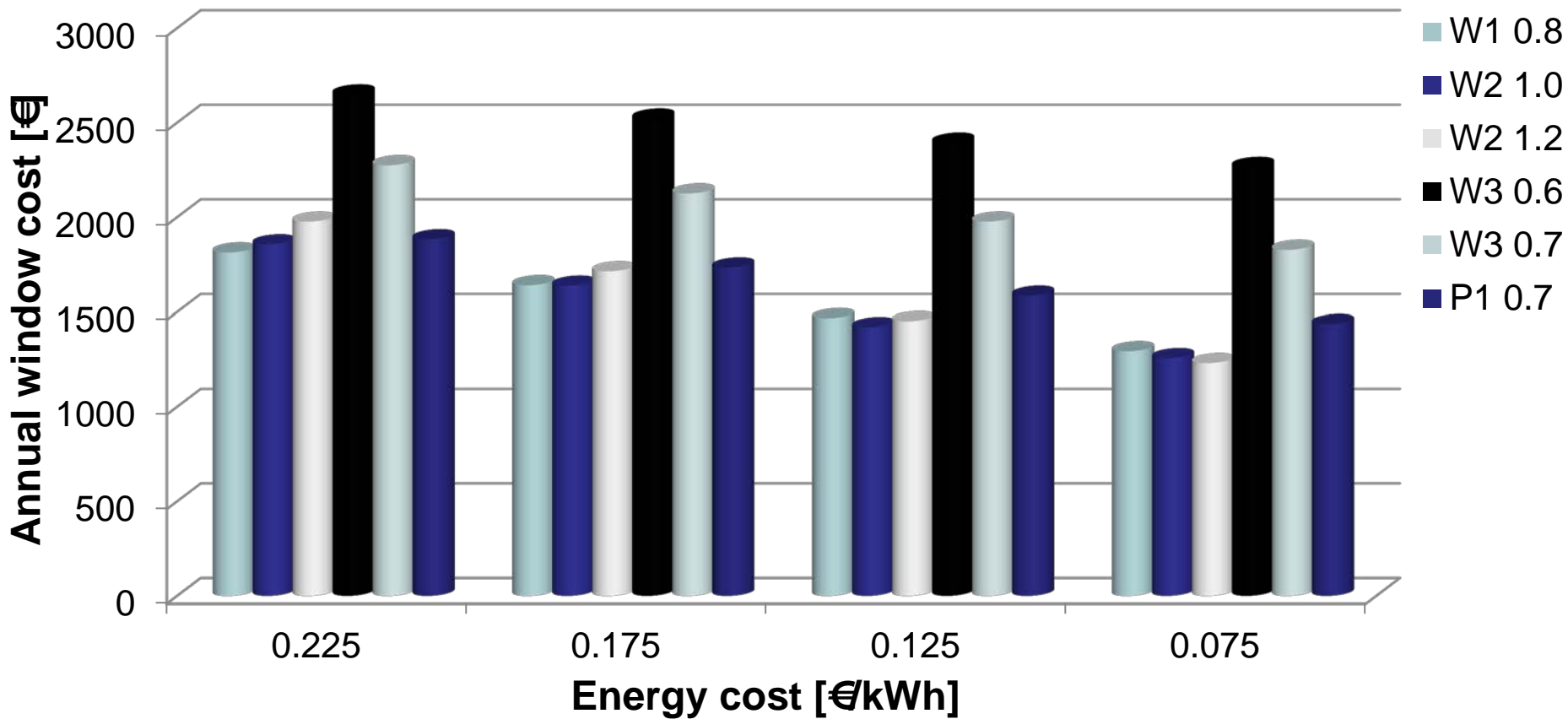
# Vinduenes bidrag til husets luftlekkasje



# Vinduenes bidrag til husets luftlekkasje



# Livsløpskostander for vinduer



# Optimale vindusløsninger for nullenergi rehabilitering av boliger

- Dagslys
  - Dagslyskravet bestemmer glassarealet og lystransmisjonen
  - Fasadeendringer kan bli nødvendig hvis man monterer energieffektive vinduer med lav lystransmisjon
- Lufttetthet
  - Utsikta luftlekkasjer gjennom vinduer og dører kan utgjøre en stor andel av husets lekkasjer
- Kostnader
  - Livsløpskostnader må evalueres for alle rehabiliteringstiltakene samla, ikke for hvert enkelt tiltak.
  - Ved å installere energieffektive vinduer oppnår du mye mer enn å spare energi

# Life cycle cost perspectives on Zero Energy renovation of a single family house

**Birgit Risholt and Berit Time**

The Research Centre on Zero Emission Buildings

Technoport RERC 17.4.2012

# To strategier for rehabiliteringen

## Fasade

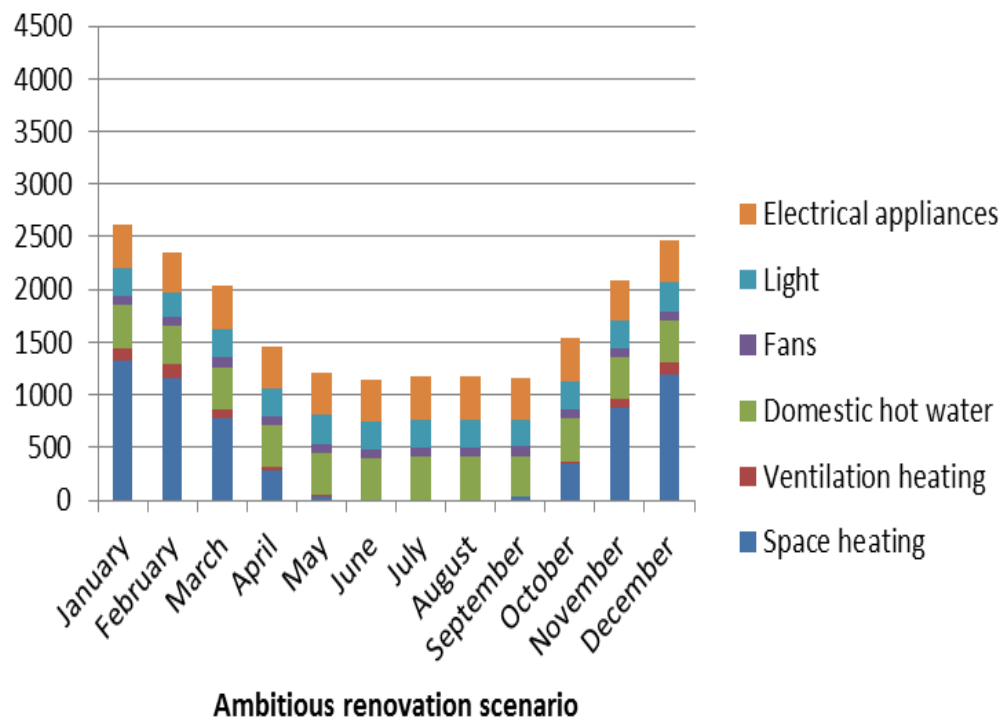
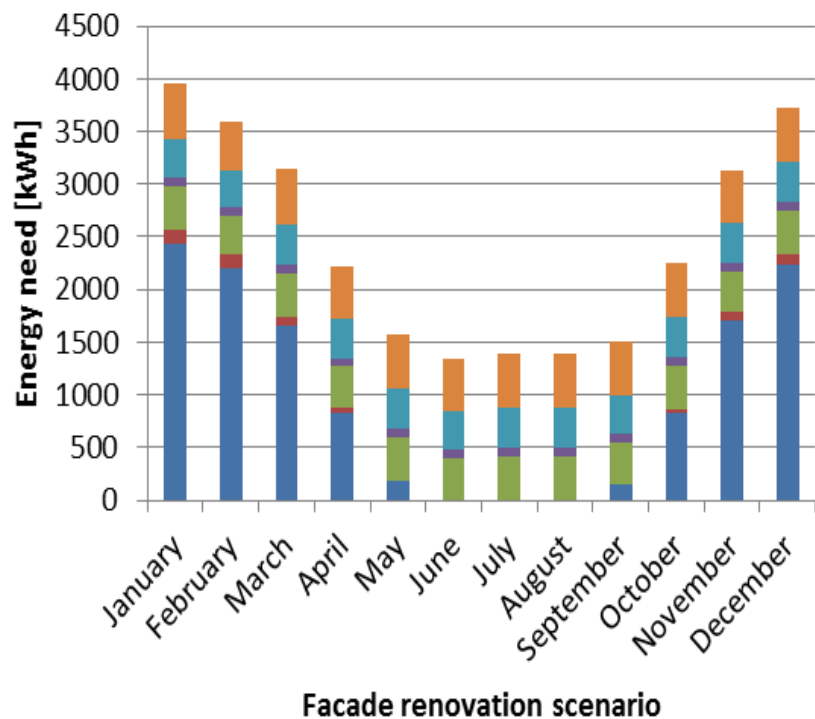
49 kWh/m<sup>2</sup>

- Lavenergi vinduer
- Isolering yttervegg
- Litt forbedra lufttetthet og kuldebroverdier
- Balansert ventilasjon med varmegjenvinning
- Fornybar energiproduksjon

## Ambisiøs

24 kWh/m<sup>2</sup>

- Passivhus vinduer
- Isolering av yttervegg, tak og golv
- Passivhus lufttetthet og kuldebroer
- Balansert ventilasjon med varmegjenvinning
- Fornybar energiproduksjon

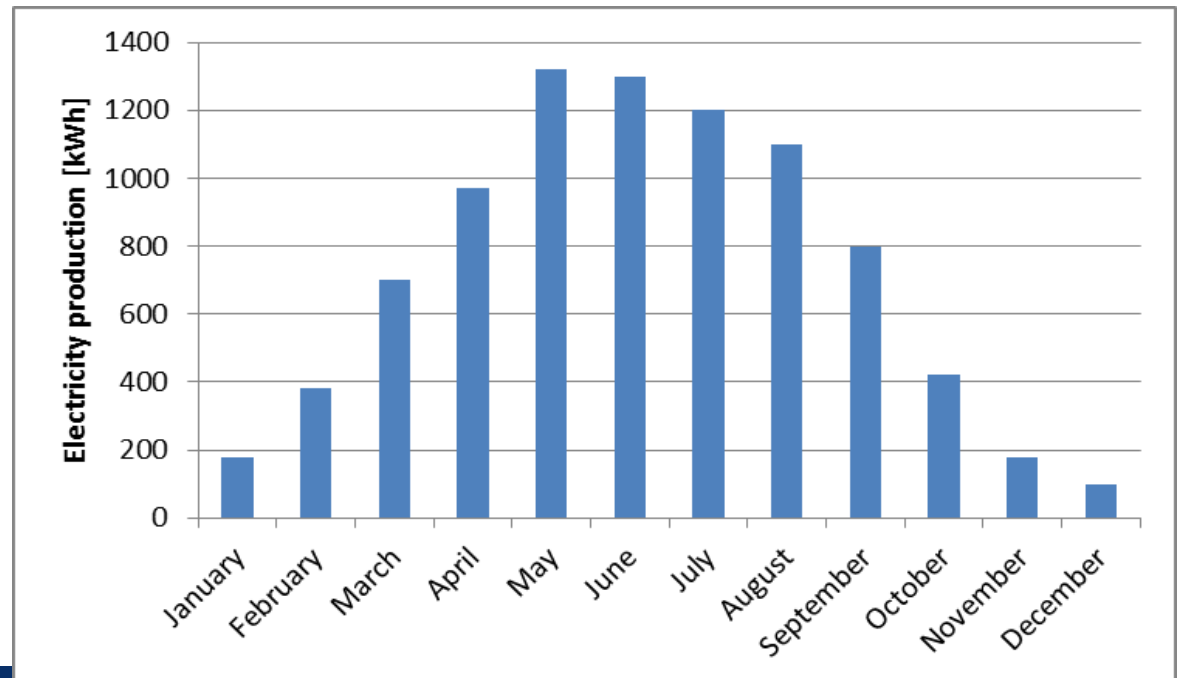


## Månedlig energibudsjett

# Produksjon av elektrisitet

98 m<sup>2</sup> solceller på taket, antar at det ikke er noen trær eller andre hus som skjermer for sollyset

Maksimal årlig produksjon  
8600 kWh





# Fornybar varmeproduksjon

- Solfanger 20 m<sup>2</sup>
- Bio kjele
- Solfanger/bio
- Luft/vann varmepumpe
- Grunn varmepumpe



Photo Stiebel Eltron



[www.bio-orkdal.no](http://www.bio-orkdal.no)

# Investeringskostnader

## Fasade

49 kWh/m<sup>2</sup>

- Bygningskropp
  - Totalt 84 100 €
  - Energi 19 200 €
- Ventilasjon
  - 9 400 €
- Solceller
  - 56 300 €

## Ambisiøs

24 kWh/m<sup>2</sup>

- Bygningskropp
  - Totalt 150 000 €
  - Energi 48 700 €
- Ventilasjon
  - 9 400 €
- Solceller
  - 56 300 €

# Investeringskostnader varmeproduksjon

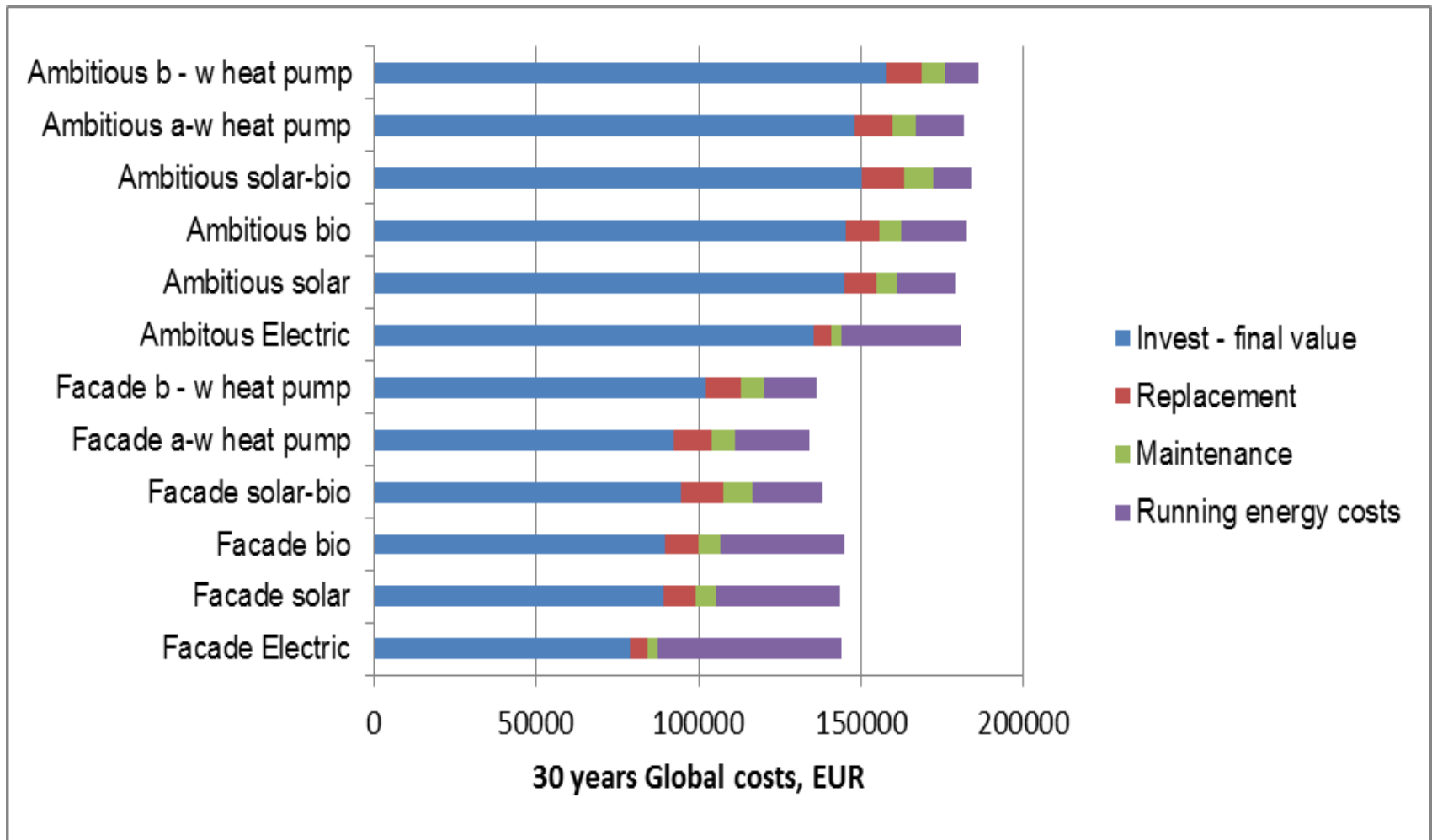
## Fasade 49 kWh/m<sup>2</sup>

- Solfanger
  - 9 900 €
- Biomasse kjele
  - 12 100 €
- Solfanger/bio
  - 18 000 €
- Luft/vann varmepumpe
  - 11 700 €
- Grunn varmepumpe
  - 25 000 €

## Ambisiøs 24 kWh/m<sup>2</sup>

- Solfanger
  - 9 900 €
- Biomasse kjele
  - 12 100 €
- Solfanger/bio
  - 18 000 €
- Luft/vann varmepumpe
  - 11 700 €
- Grunn varmepumpe
  - 25 000 €

# Samlede kostnader etter 30 år



# Barrierer - net zero rehabilitering



- Investering- og livsløpskostnader
  - Strømpris 0,35 €/kWh (2,8 kr/kWh)
- Mulig å levere til netter?
- Ved/pellets barrierer
  - Røyk fra pipa i bymiljø, tilgjengelighet til ved/pellets
  - Ambisiøs scenario med årlig varmebehov på 16 000 kWh gjør at du trenger 4000 kg pellets eller 9 m<sup>3</sup> ved

# Tilnærma nullenergi rehabilitering

Fasadestrategien er best med hensyn på kostander selv om varmebehovet er 40 % større

Dette skyldes høye investeringskostnader for oppgradering av bygningskroppen

- Arbeid i timer
- Kostnader for passivhus-komponenter
- Mer industrialiserte og standardiserte løsninger?

Hvem er kunden til vindusprodusenten?  
Huseieren, byggmesteren eller byggshopen?



# Historien om 3 huseiere som har kjøpt nye vindu

Den kunnskapsrike

Den som tror han vet

Den som søker informasjon





# Den kunnskapsrike

- Har kunnskap fra utdanning og jobb
- Har fokus på tekniske ytelser
  
- Problem: trekk på kjøkkenet og gulvkaldt ved skyvedør
  
- Løsning: Nye vinduer med trelags glass, god komfort og slutt på trekk langs golvet
  
- Montert av Byggmester

# Den som tror han vet

- Elektroingeniør: har brukt flere dager på beregninger for å kjøpe optimal varmepumpe for å spare energi
- Tror han vet hva som finnes av bra produkter (bygde sitt eget hus)
- Problem: Panorama vindu i 2. etg hvor det trekker, punktert
- Løsning: kontakter en snekker han kjenner som setter inn et vindu med tolagsrute
- Problem 2: overoppvarming i rommet om sommeren, vanskelig tilgjengelig for pussing
- Burde ha kjøpt: trelags rute med solskjermende belegg eller selvvaskende rute (finnes det belegg som inkluderer begge funksjonene?)
  - Har fremdeles problem med overoppvarming og vasking

# Den som søker informasjon

- Sykepleier og IT
- Ingen kunnskap om byggeteknikk
- Problem: vinduer med lysåpning mellom ramme og karm, råte
- Løsning: kontakter byggmester, får råd om vindu med tolags energirute
- Søker selv informasjon på internett:
  - kjøper trelags rute på grunn av råd fra Enova,
  - kjøper selvvaskeende glass etter diskusjoner i lunsjen på jobb.

# Vindusløsninger ved energieffektivisering av eneboliger

- Markedspotensialet
  - Noen hundre tusen eneboliger trenger nye vinduer og vindusdører
- Energisparing ved nye vindu i 80-tallshus
  - Vinduer er den komponenten som betyr mest for varmetapet
  - Dagslyskravet dimensjonerer glassarealet
  - Lavere lystransmisjon gir mindre dagslys
  - Lufttetthet er viktig!
  - Gode vinduer koster men gir mer enn mindre varmetap
    - Komfort, solvarme, utsyn, estetikk, renhold, vedlikehold

# Vindusløsninger ved energieffektivisering av eneboliger

- Hvordan nå frem til eneboligeieren, byggmesteren og byggshopen med informasjon om de beste produktene for deres behov
  - SINTEF forsker og gir råd
  - Enova og Husbanken må på banen med støttetiltak
  - Det vil komme krav i TEK til vinduer for rehabilitering
  - Vindusprodusentenes markedsføring
  - Bransjeforeningenes informasjonskanaler
  - Internett, app'er, sosiale media
- Et samlet løft er nødvendig hvis vi skal lykkes med å få i gang rehabiliteringsmarkedet



Takk for oppmerksomheten