

VVS-dagene 2010

Lillestrøm,  
21. oktober 2010

Michael Klinski,  
Tor Helge Dokka

SINTEF Byggforsk

# Myrerenga borettslag rehabiliterer etter passivhus- konseptet



# Energi i boliger i Norge

- Gjennomsnittlig boenhet:  
214 kWh/m<sup>2</sup>a totalt levert energi
- Teknisk forskrift TEK 1997:  
60 - 90 kWh/m<sup>2</sup>a oppvarmingsbehov,  
beregnet i standardklima (Oslo)
- TEK 2007 fra august 2009:  
120 - 140 kWh/m<sup>2</sup>a totalt netto energibehov,  
40 - 60 kWh/m<sup>2</sup>a oppvarmingsbehov indikeres
- Lave strømpriser > høyt forbruk, spesielt for  
varmtvann, belysning og utstyr (brukervaner!)

# Utgangspunkt: Funksjonskrav i passivhus

## Tysk definisjon:

- Komfortabelt inneklima kan oppnås uten spesielt oppvarmingssystem og uten kjøleanlegg
- Prinsipp: Alt oppvarmingsbehov kan dekkes av ventilasjonsanlegget

## Bak norsk passivhusstandard NS 3700:

- Prinsipp: Alt oppvarmingsbehov kan dekkes av et sterkt forenklet vannbårent system



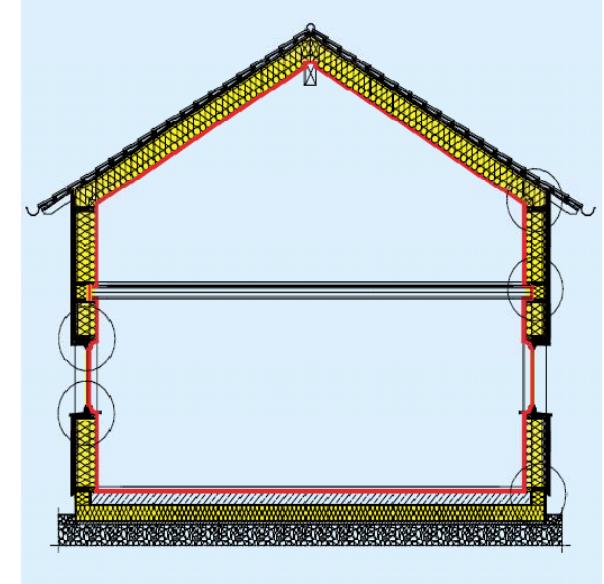
# Norske krav til passivhus



## Passivhusstandard NS 3700:

- Oppvarmingsbehov  $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{år}$  for kystnære strøk på Østlandet, Sørlandet og Sørvestlandet hvor årsmiddeltemperatur er minst  $6,3^\circ\text{C}$
- Mulig høyere oppvarmingsbehov for boliger under  $250 \text{ m}^2$  og boliger i kaldere strøk av landet
- Minimumskrav til fornybar energi og bygningskroppen
- Beregnet i klima på byggested

# Hva må til?



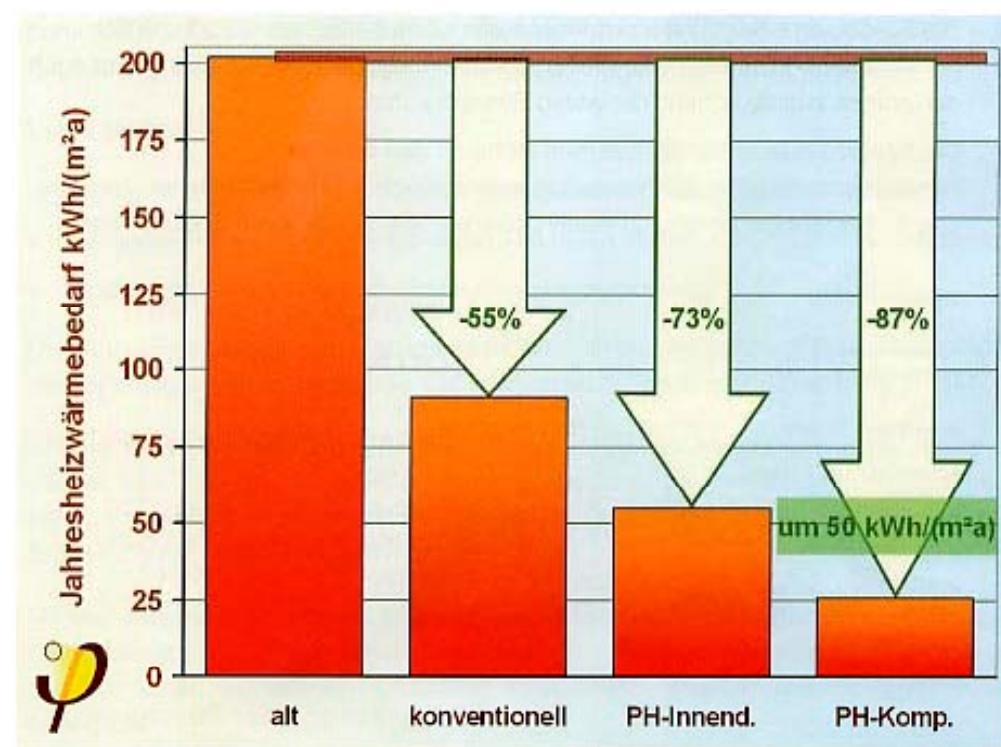
- Kompakte bygg,  
kuldebroer må unngås
- U-verdi ikke større enn  
 $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  - vegg, tak (0,13), gulv  
(dvs. 25-40 cm isolasjon)  
 $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  - vinduer inkl. ramme og karm
- Lufttette bygg (ukontrollert lekkasje ikke mer enn 0,6 husvolumer per time ved trykktest)
- Balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning (minst 80 %)
- [Dette er minstekrav som må tilpasses aktuelt bygg og klima på stedet!]

# Utfordring

Eksisterende bygg etter rehabilitering:  
bedre enn nye passivhus,  
regnet over hele livssyklus

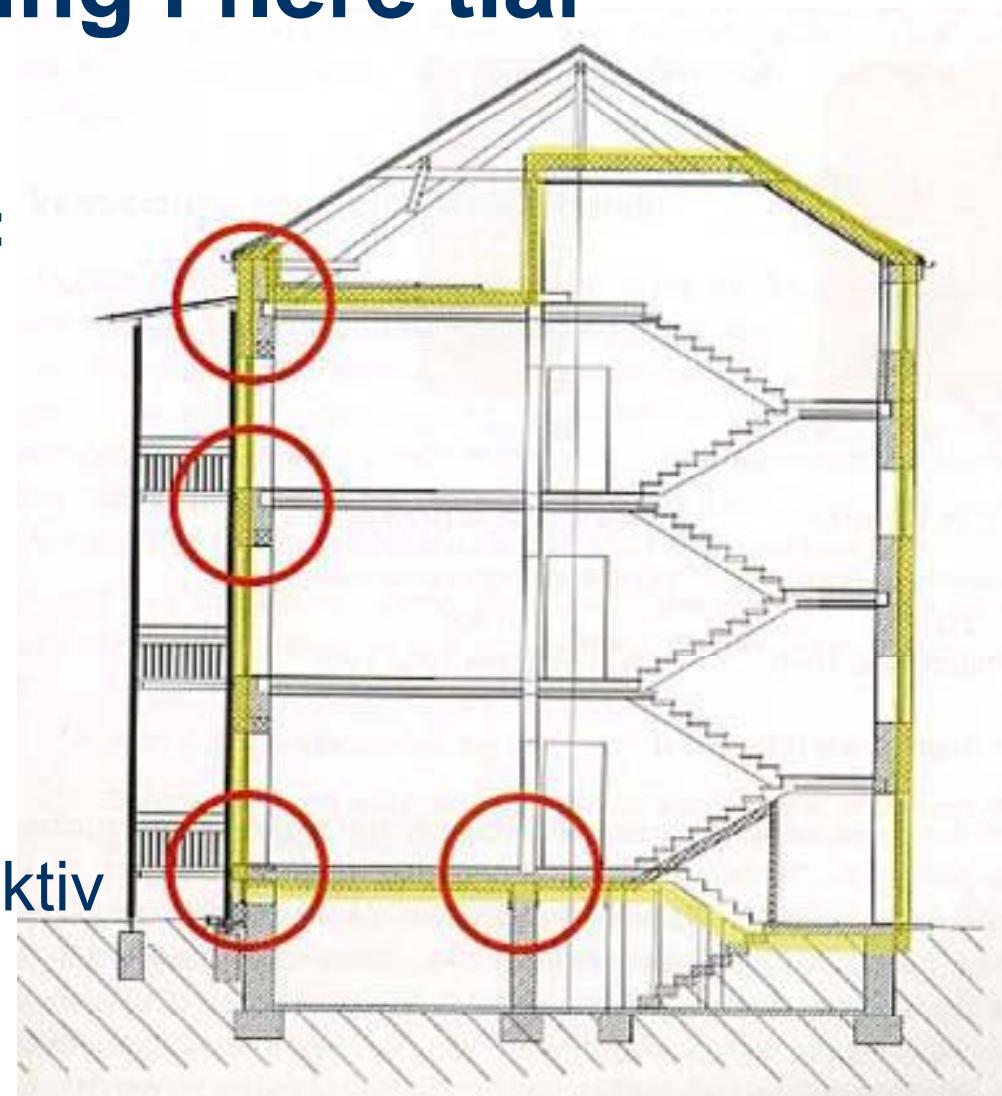


Oppvarmingsbehov  
per år må ned til  
**25 – 40 (50) kWh/m<sup>2</sup>**



# Rehabilitering etter dagens standard blokkerer forbedring i flere tiår

- ▶ Rehabilitering med passivhuskomponenter:
  - Isoler bedre og gjennomgående
  - Minsk kuldebroer
  - Etabler ett lufttett lag
  - Bruk passivhusvinduer
  - Installer balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning



Kilde: Passivhusinstituttet





## Myrerenga Borettslag: Åsenhagen 3-15, Skedsmokorset



Et første møte med Myhrerenga Borettslag ...



## Myhrerenga BRL

- 15 km nordøst for Oslo
- 7 like blokker på 3 etasjer + uoppvarmet kjeller
- Ferdigstilt 1968-1970

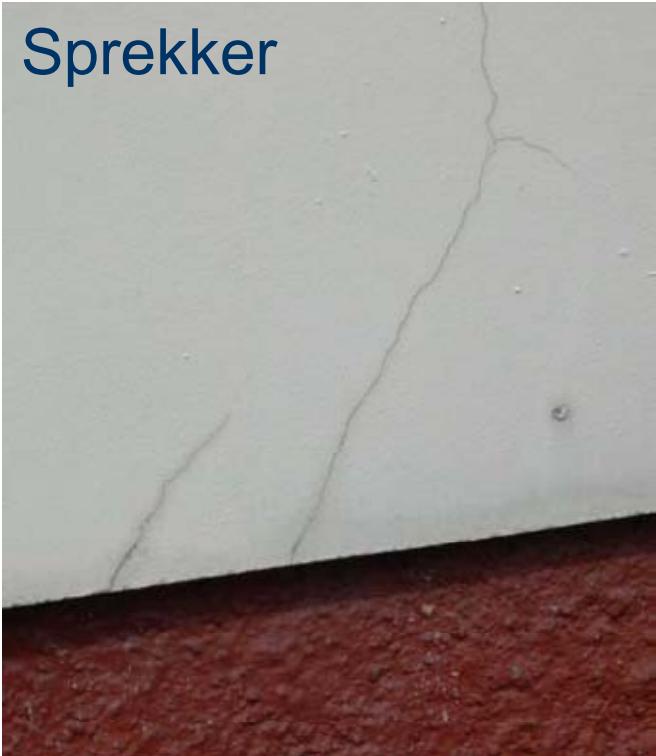


168 boliger

2 roms  
(55 m<sup>2</sup>) og

3 roms  
(68 m<sup>2</sup>)

Sprekker



Store skader



Råte



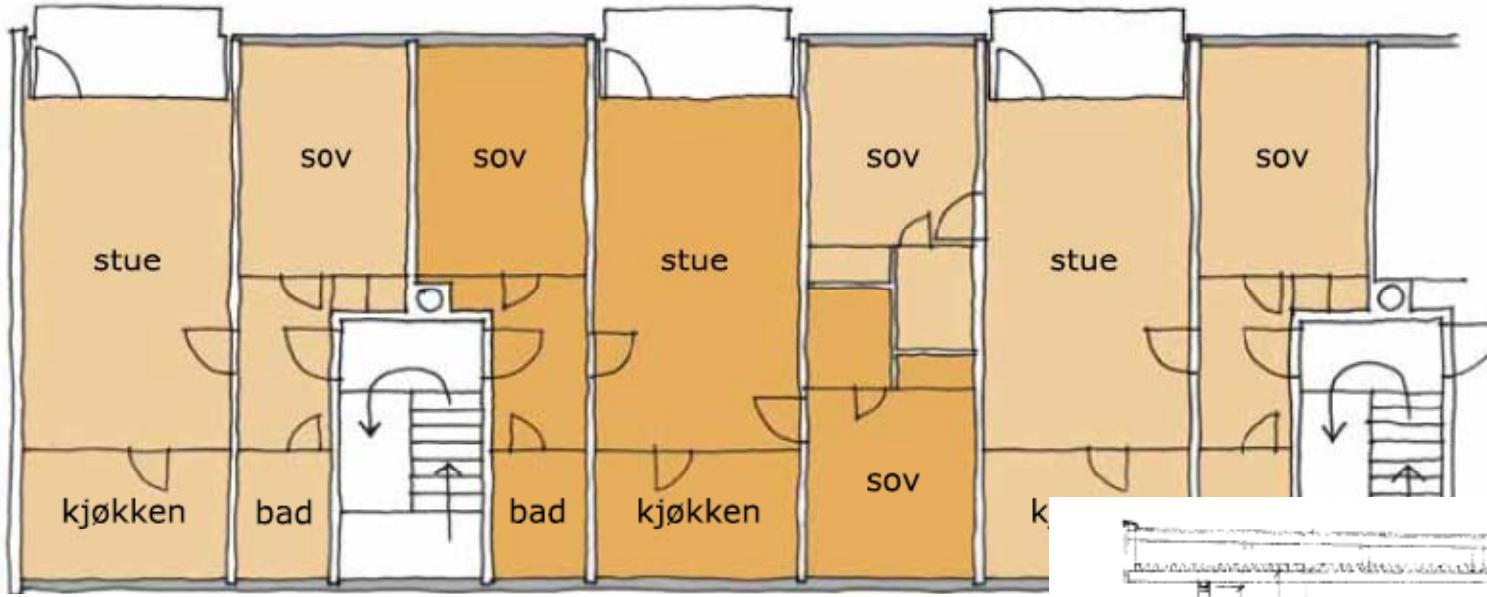
Fukt

SINT

# Myrerenga før rehabilitering

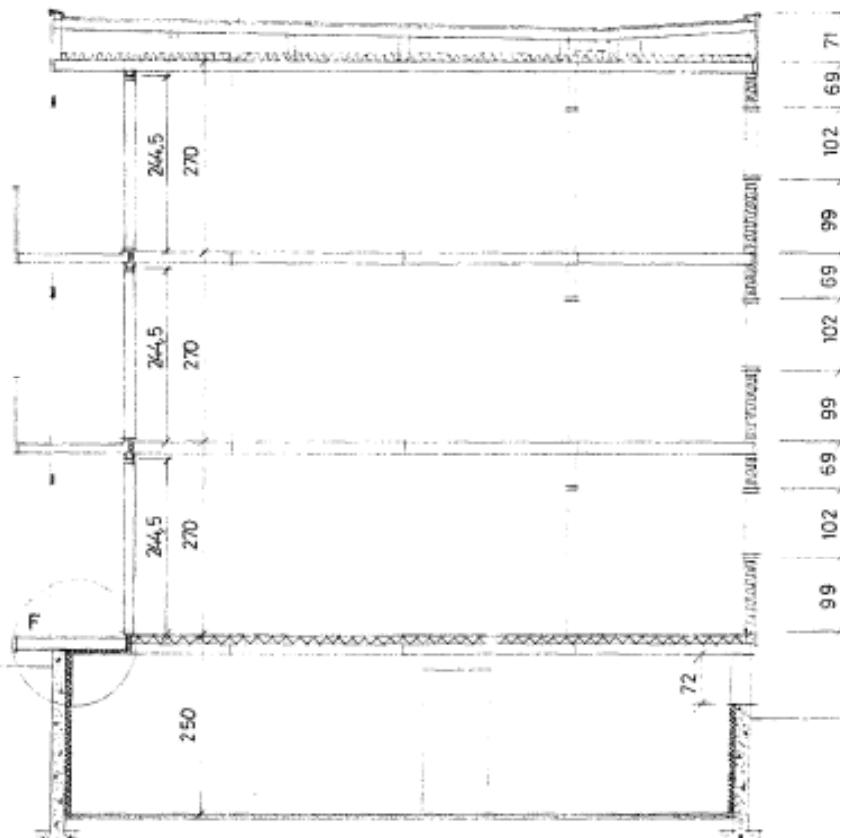
- Dårlig inneklima, trekk, kalde gulv
- Kun avtrekksventilasjon
- Felles fyrhus for oppvarming og varmtvann (olje og el)
- Radiatorer i alle rom
- Totalt energibruk på ca. 275 – 300 kWh/m<sup>2</sup> per år





## Bygningskroppen før rehabilitering

- 5 - 10 cm isolasjon i tak, veggger og mot kjeller
- Mange lekkasjer, også internt
- Kuldebroer "overalt"



vestfasaden:

etterisolering

nye vinduer og balkongdører

nye fasadeplater

utvide balkonger  
nye balkongdekker

nytt rekverk balkonger med mulighet  
for innglassing



## 2006/7: Skisseprosjekt fasaderehabilitering

gavler:

etterisolering og teglforblending  
utenpå eksisterende gavlelementer.



ARKITEKTSKAP®

østfasaden:

etterisolering

nye vinduer

nye fasadeplater

foreslått nytt inngangsparti med  
gjenomgående glasskarnapp  
tak over innganger



## 2006/7: Skisseprosjekt fasaderehabilitering

landskap:

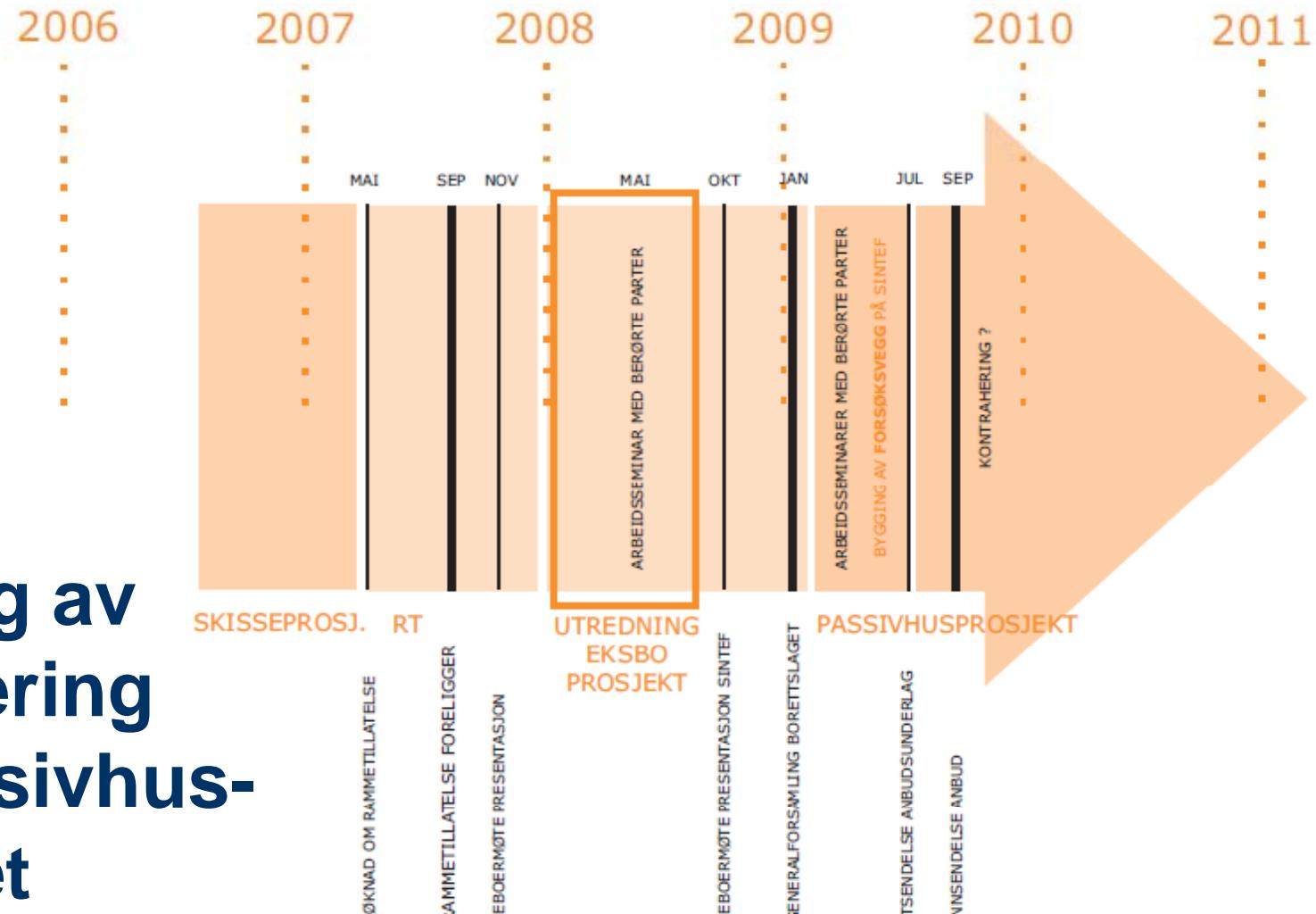
adkomstveier anlegges på nytt med  
fall bort fra bygget

avfallsskur med dunker / eller  
avfallsbrønner erstatter eksisterende  
containere



ARKITEKTSKAP®

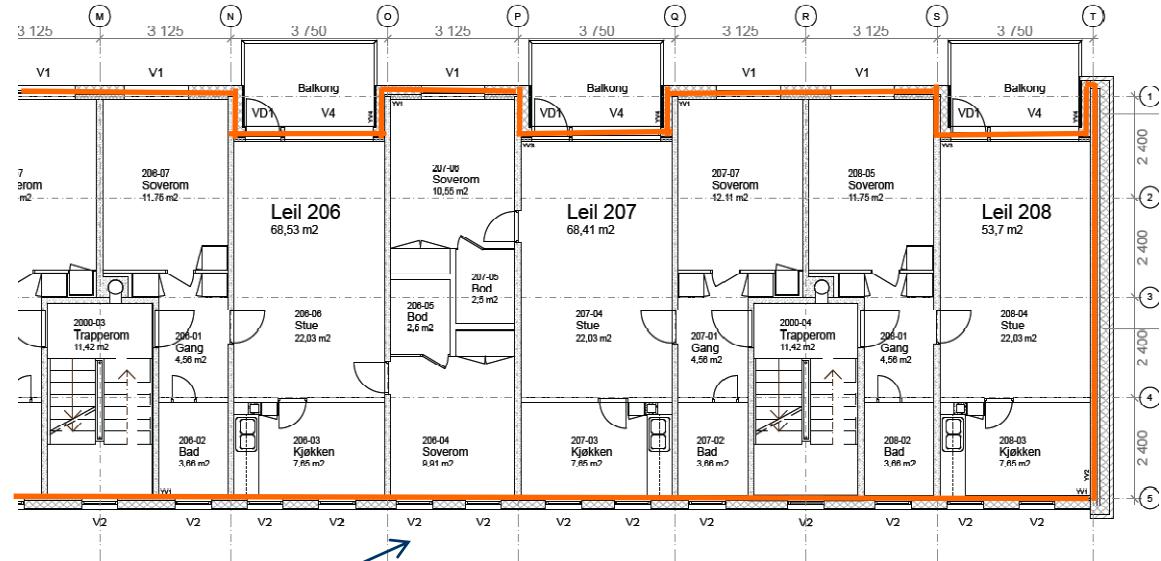
# 2008/9: Utredning av rehabilitering etter passivhus- konseptet



Husbanken, SINTEF Byggforsk, pilotprosjekt i EKSBO og IEA SHC task 37

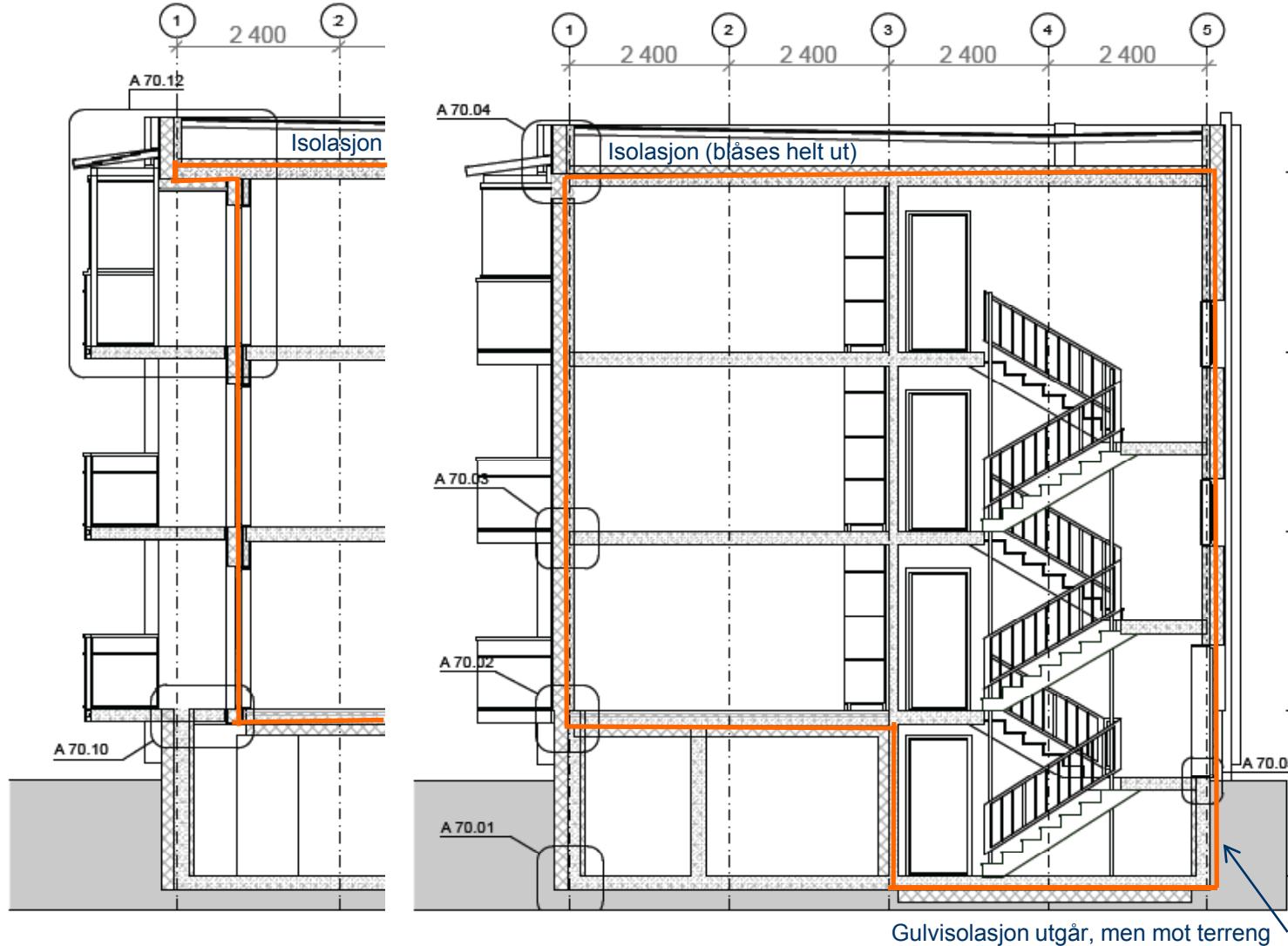
# Energikonsept Myhrerenga

- Ekstraisolerte vegg, gulv og tak
- Kraftig reduksjon av kuldebroer og luftlekkasjer inkl. trapperom mot kjeller
- Passivhusvinduer og –dører
- Balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning
- Ny energisentral med solvarme og varmepumper
- Nytt forenklet varmesystem med individuell energimåling (el og varme)



Klimaskjermen inkluderer  
trapperom mot kjeller

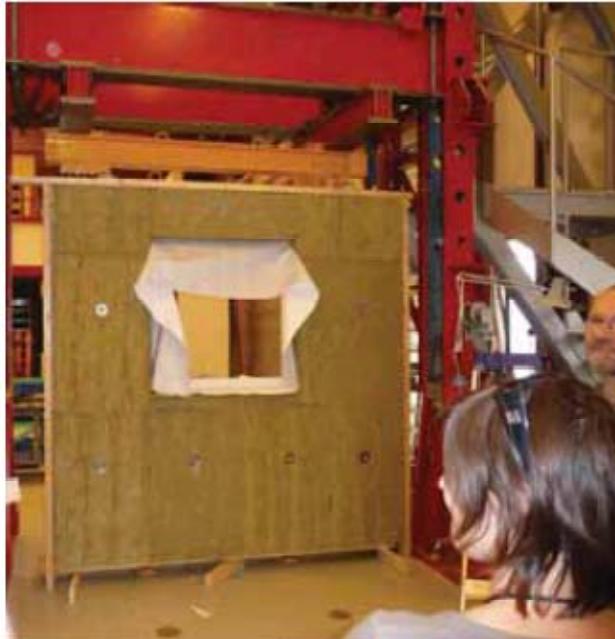
# Mange detaljer måtte løses



Lufttett  
klimaskjerm  
rundt hele  
bygget

inkludert  
trapperom  
i kjeller

Lufttetting:  
ekspanderende  
bånd (ikke  
utført)



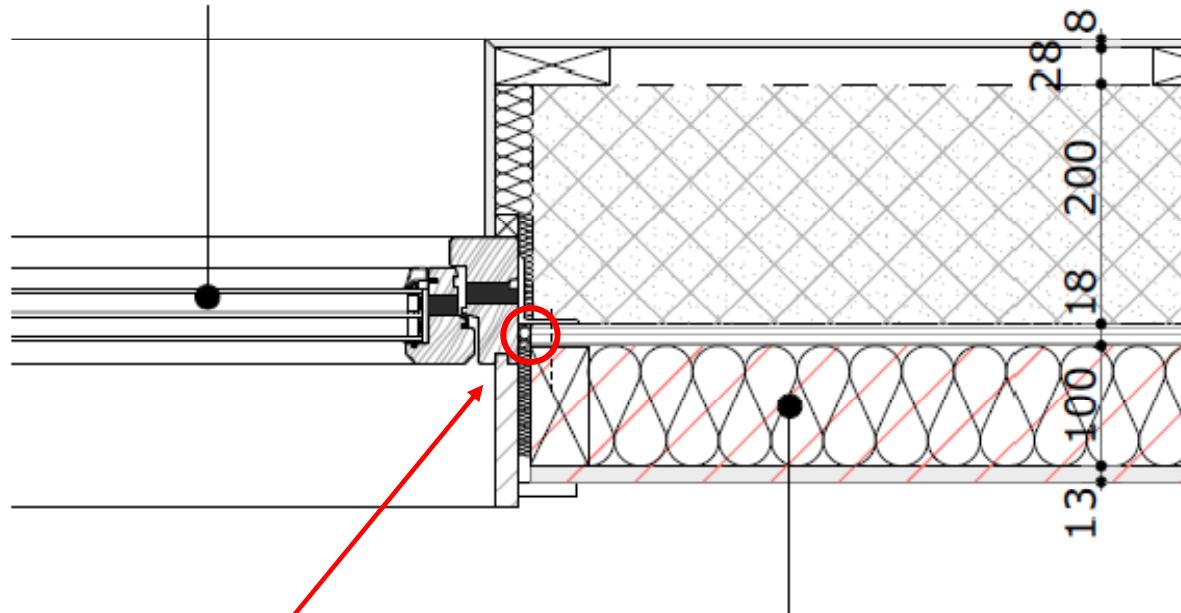
Forsøksvegg

# Passivhusvindu og diffusjonsåpen vegg

Passivhusvindu

V1  
150x120cm

Eksisterende konstruksjon

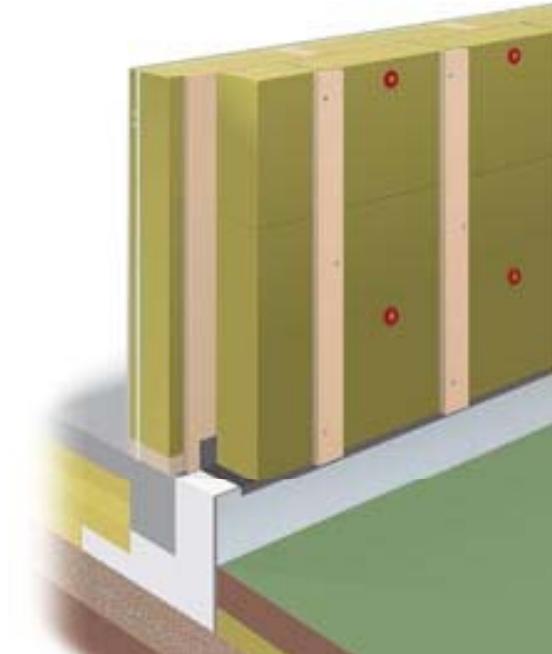


Lufttetting  
utført: tape

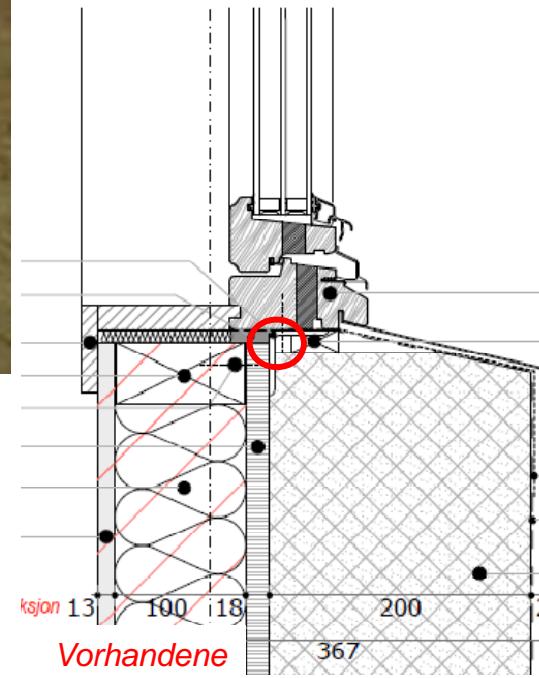
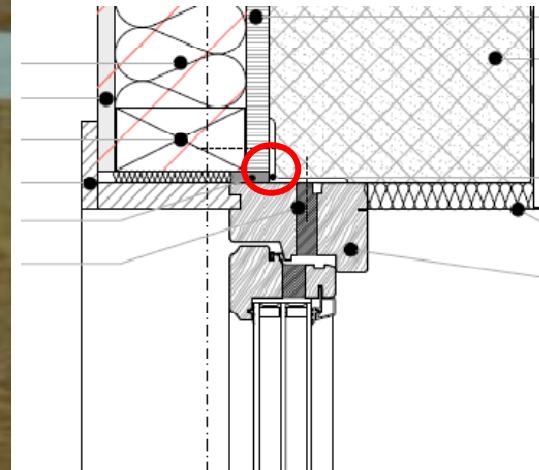
YV1

8 mm Cemberit fasadeplate  
28X95mm vertikal utelektning  
vindsperré  
200 mm Rockwool flex systemplate  
18 mm OSB-plate m/tapede skjøter  
4" stendervegg med isolasjon  
13 mm gipsplate

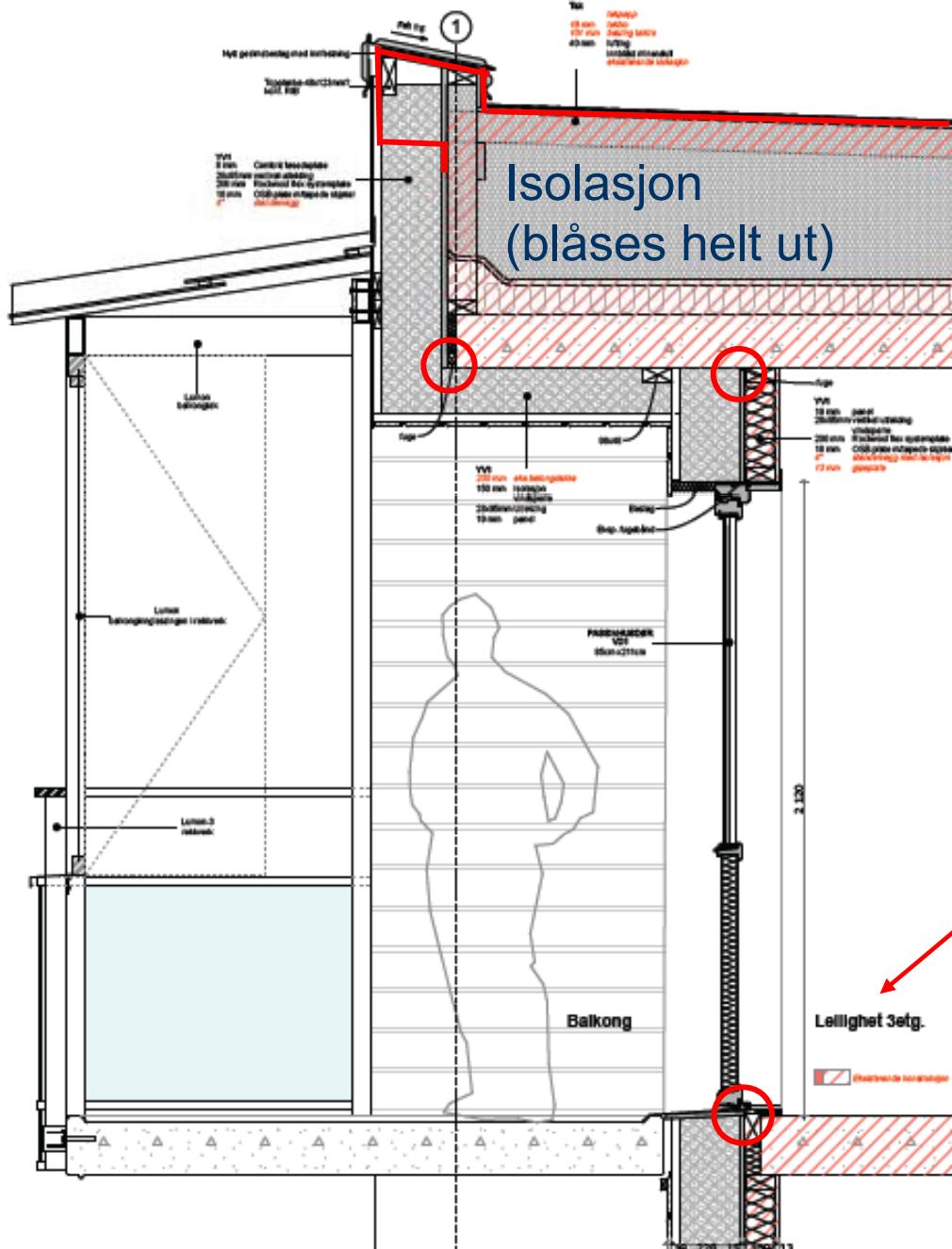
Arkitektskap AS



OSB-plate og  
ny isolasjon  
på eksisterende  
stendervegg  
+ ny platekledning



## Luft- og vindtetting etter diskusjon på byggeplassen



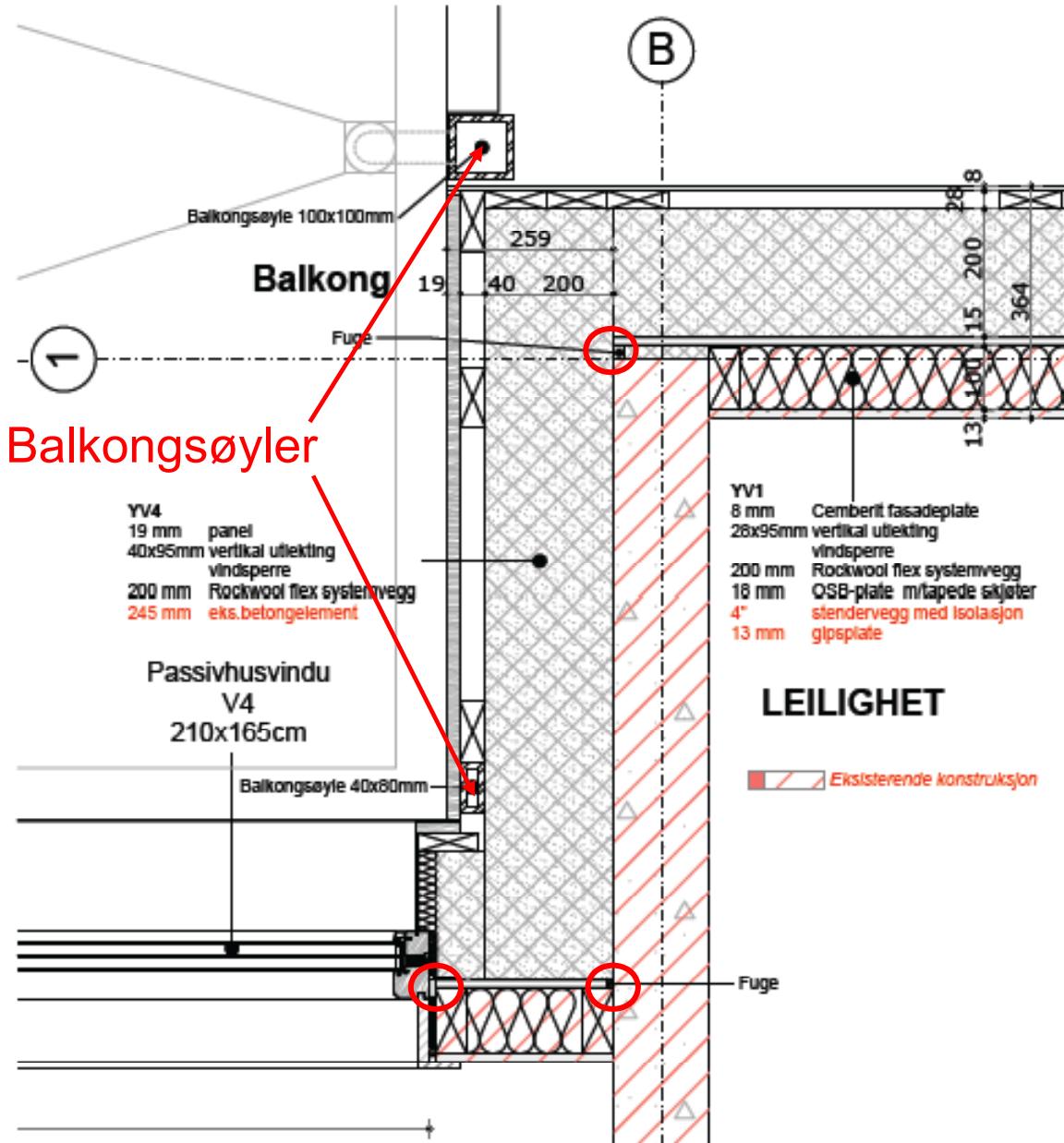
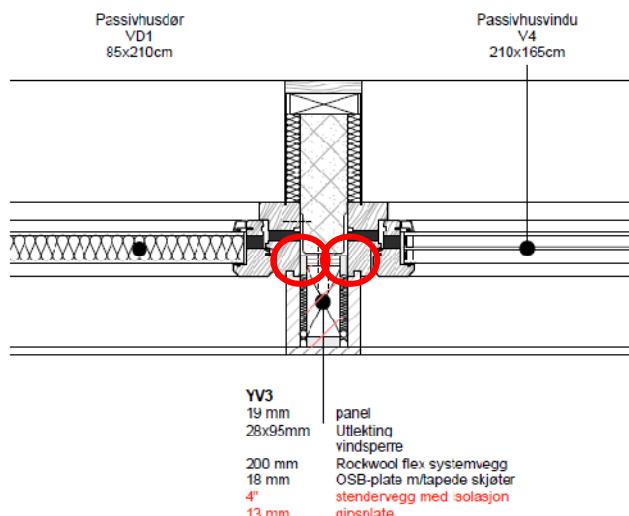
Lufttetting: ○

Lufttetting både OSB – karm  
og mellom etasjene

Tak og  
balkong

# Balkong og vindu/dør

Lufttetting: ○



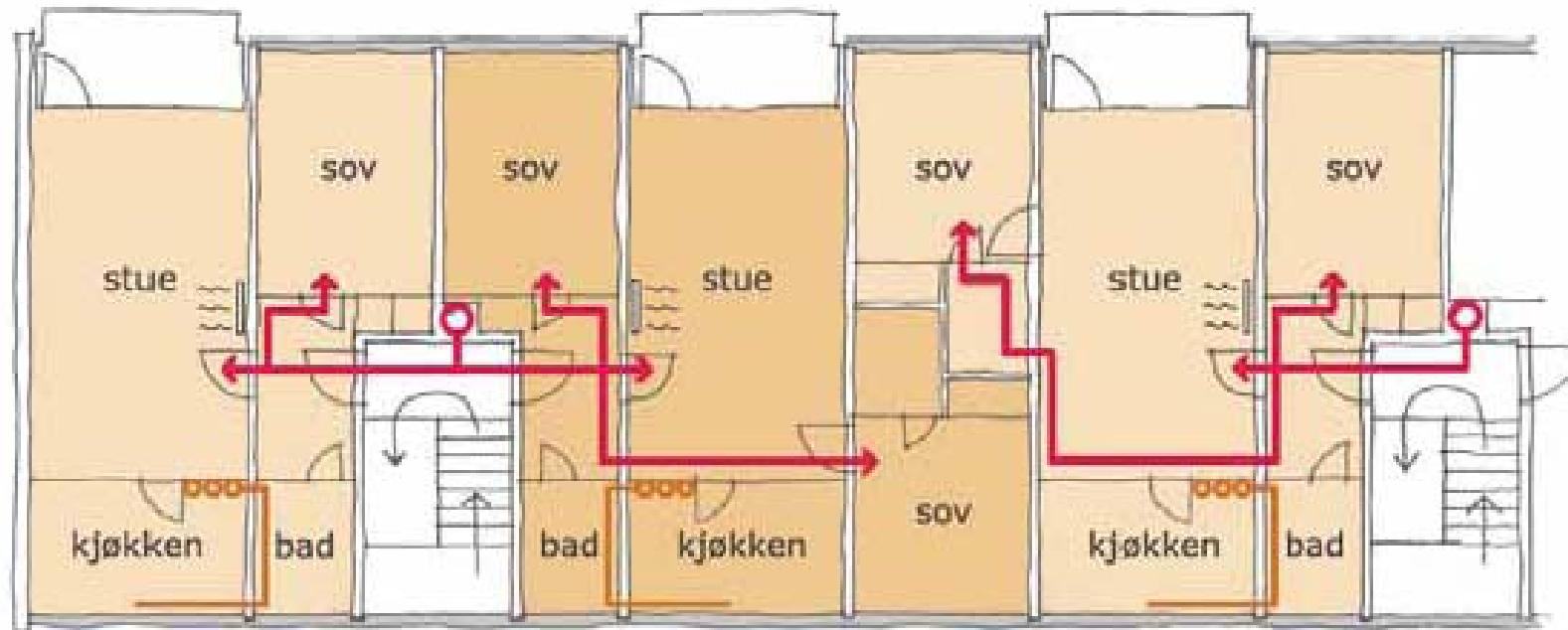
# U-verdier [W/m<sup>2</sup>K] før og etter rehab

Bygningsdel	U-verdi før rehabilitering	U-verdi etter rehabilitering
Langvegg (hovedfasaden)	0,40	0,12
Gavlvegg	~ 0,45	0,15
Tak	0,35	0,11
Kjellerdekke*	0,58	0,23
Vinduer og balkongdører	2,8	0,80
Inngangsdører	2,7	1,20

\* U-verdier inkludert varmemotstand i kjelleren

# Balansert ventilasjon

- 1 aggregat i kjelleren per blokk
- Motstrømsvekslere med effektiv temperaturvirkningsgrad  $\eta = 79\%$  vifteeffekt SFP = 1,4 kW/m<sup>3</sup>/s
- Bruker gammel soppelsjakt og eksisterende avkastsjakt



# Oppvarmingssystem og energisentral

- Kun én ny radiator i hver stue (1-1,5 kW) + eksisterende på bad med termostatventil
- Installering av 4 luft-til-vann-varmepumper (i kaskade)
- Suppleres med 44 vakuumsoffangere på tak nærmest energisentral
- En av de eksisterende el-kjelene beholdes som spisslast
- Eksisterende distribusjonssystem brukes
- Individuell måling og avregning av energi (el og varme)





Nye og  
større  
balkonger



Arkitektskap AS



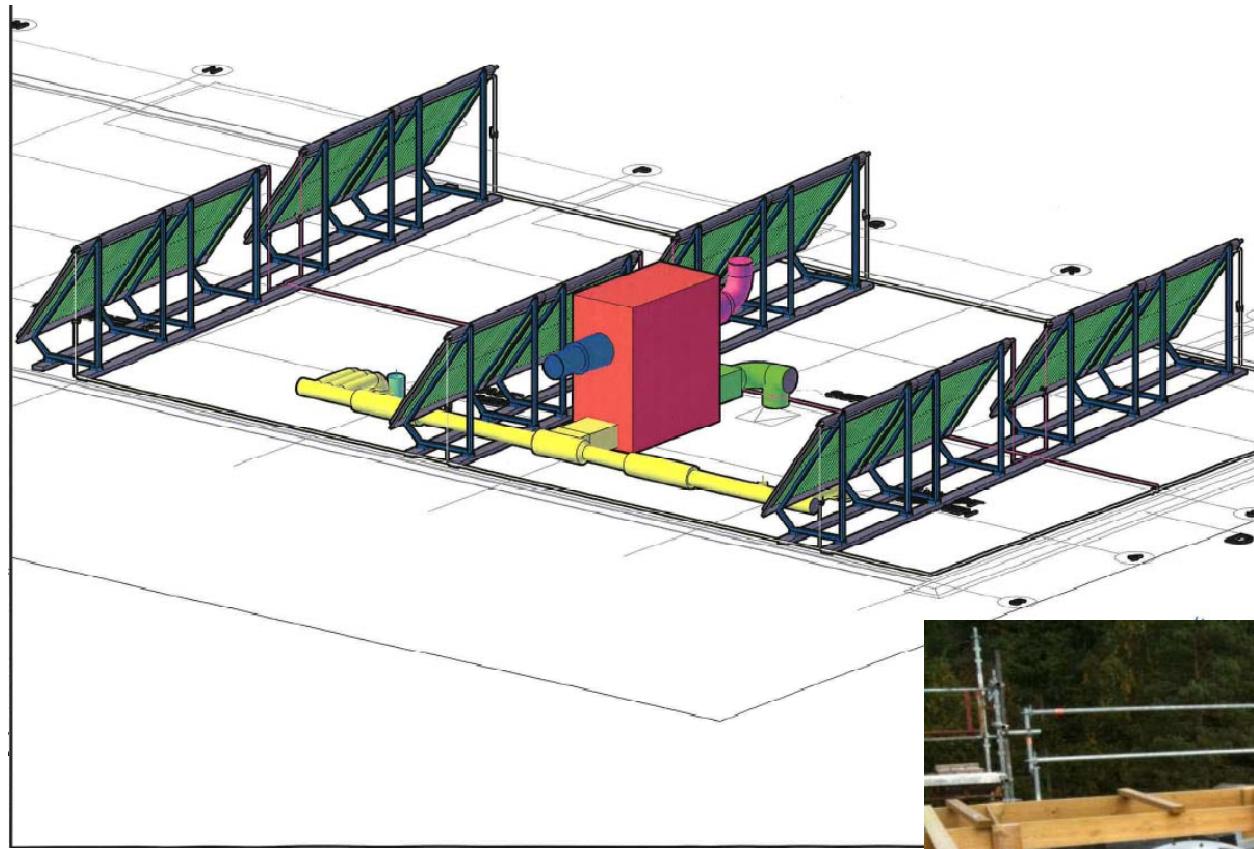
Nye  
innganger



Arkitektskap AS

# Energibehov før og etter rehab [kWh/m<sup>2</sup>a]

Energipost	Målt forbruk før rehabilitering (Levert energi)	Beregnet energibehov etter rehabilitering	
		Netto energi	Levert energi
Oppvarming	195 – 220	25 - 88 %	15
Varmtvann	30	30	15
Vifter og pumper	10	10	10
Belysning og teknisk utstyr	40	40	40
Totalt	275 – 300	105	80 - 72 %



## Solfangere på nærmeste tak

- 44 vakuumOLFANGERE
  - 101 m<sup>2</sup> effektivt areal totalt
- Dekker 10 % av varmebehovet (primært varmtvann)



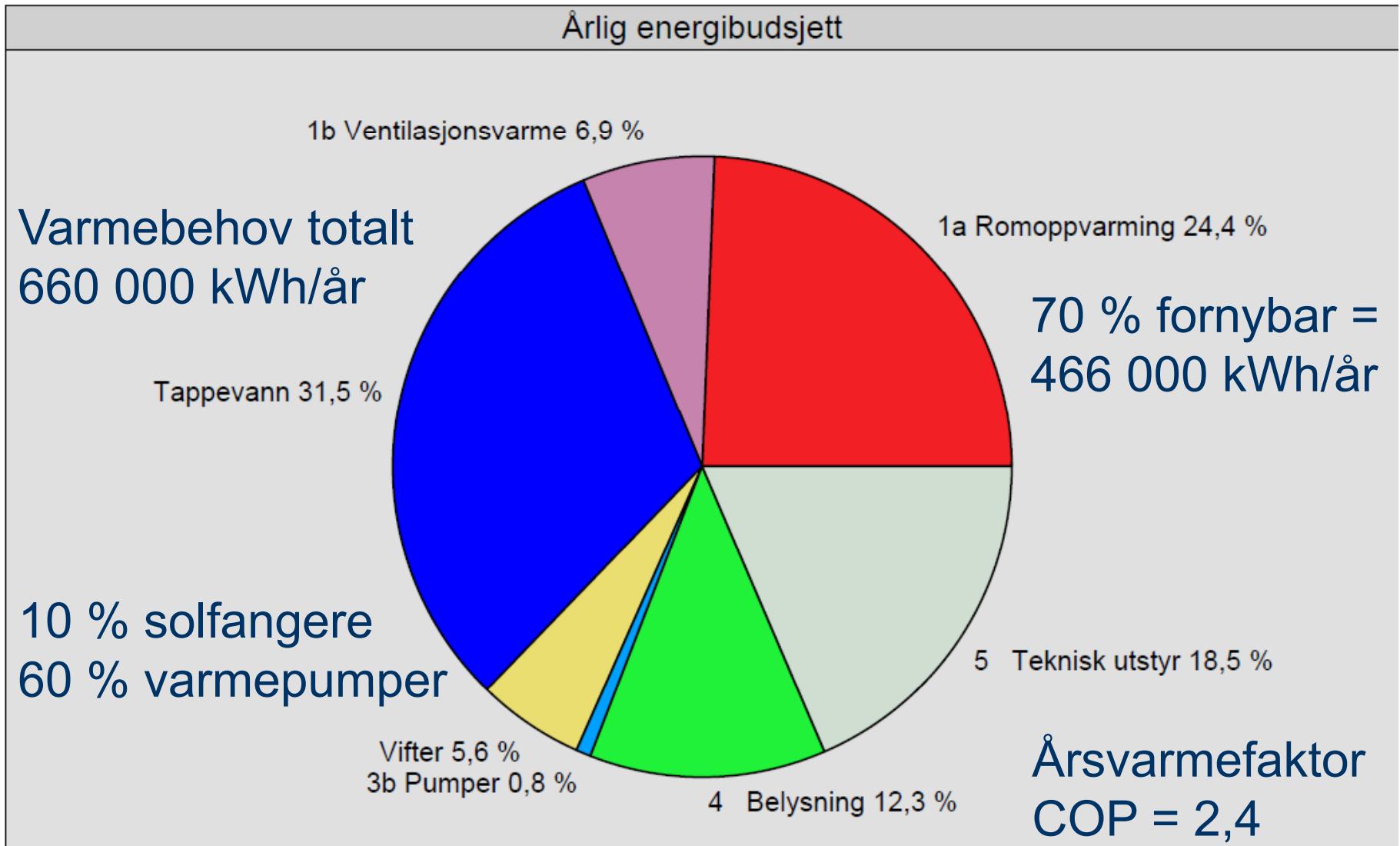


## Varmepumper utenfor energisentralen

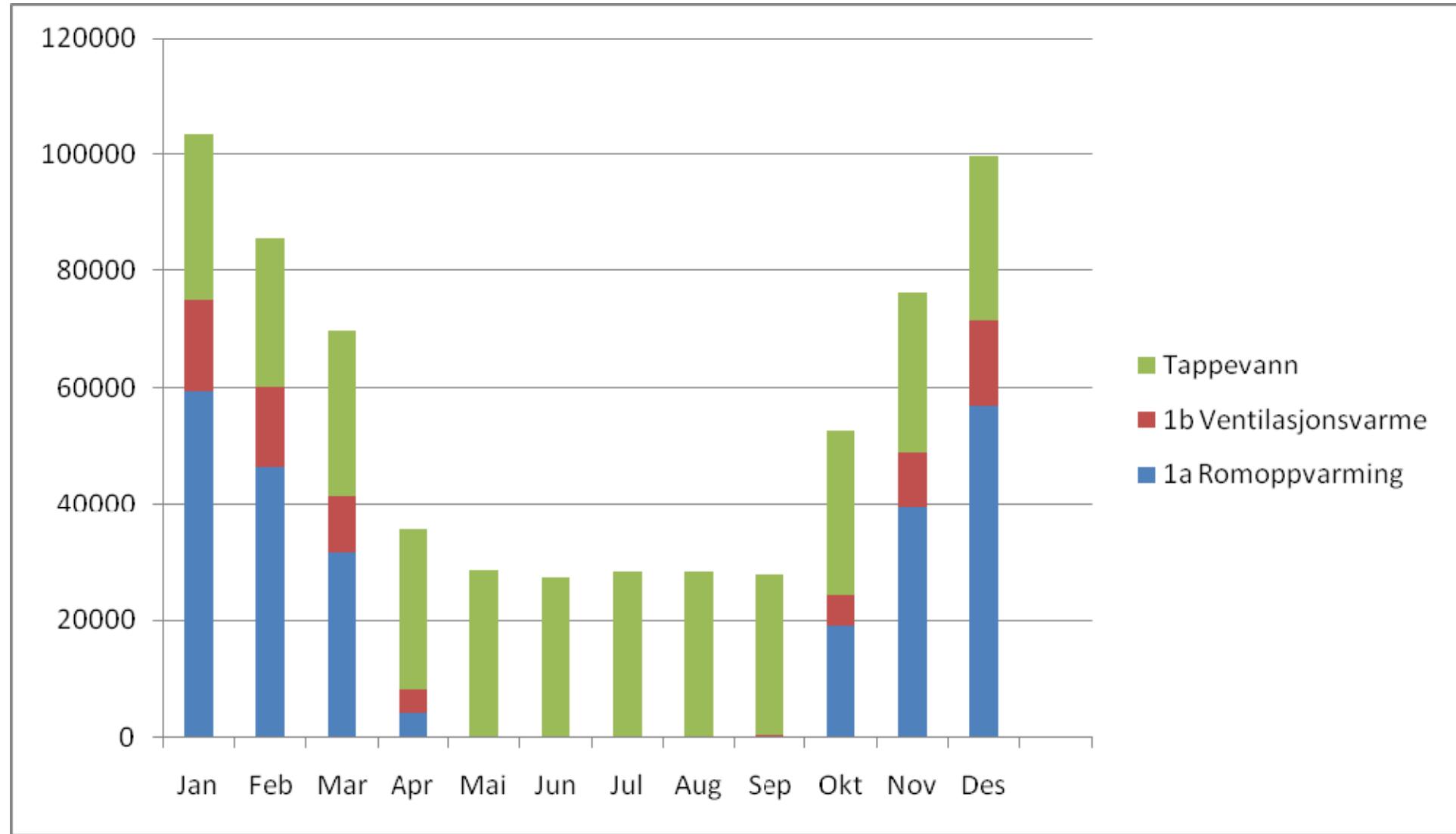
- 4 luft-til-vann-varmepumper
  - 25 kW hver ved + 7 °C
  - 17 kW hver ved -20 °C
  - leverer opp til 45 °C varme
- 60 % av varmebehovet



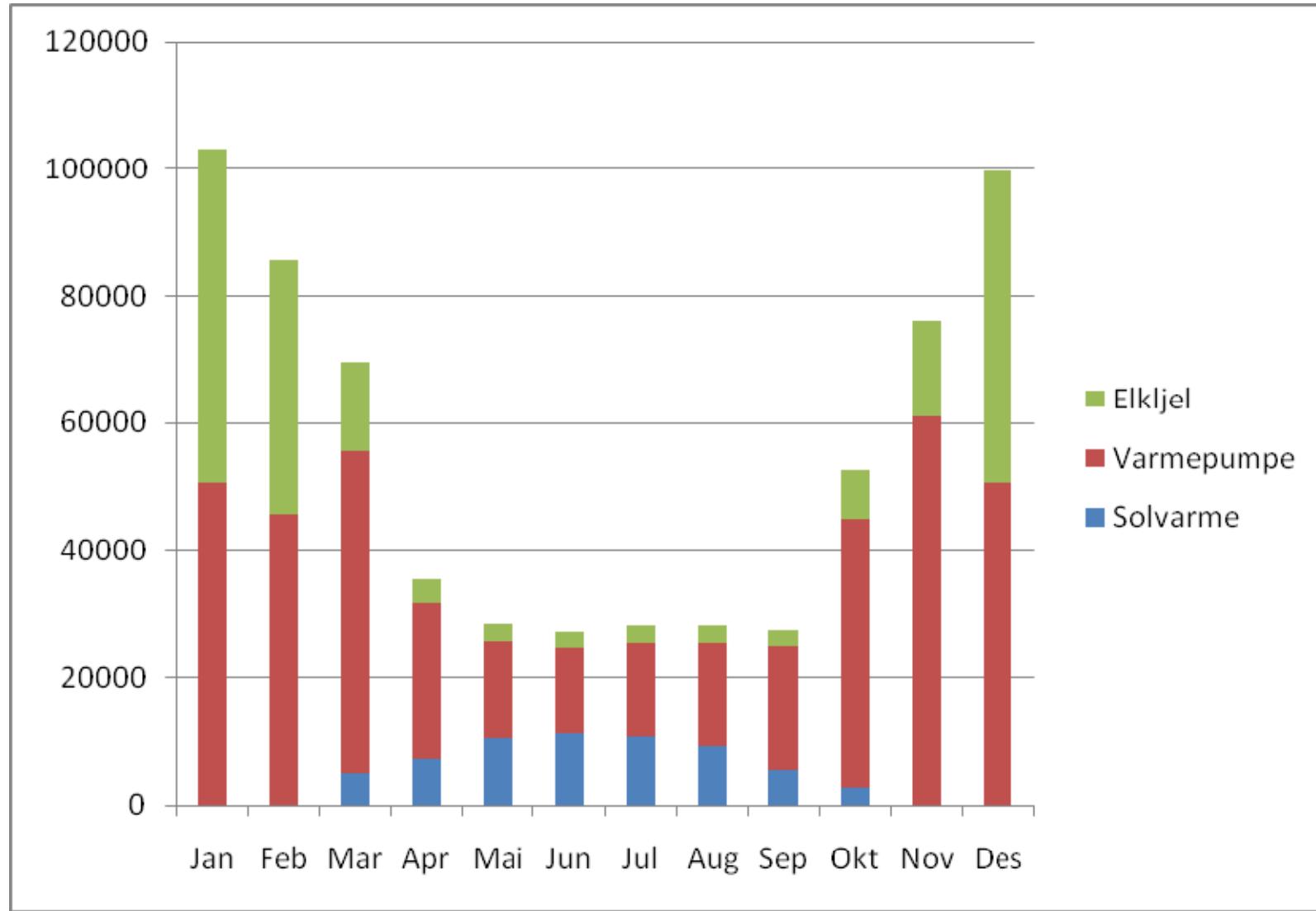
# Foreløpige simuleringer



# Varmebehov over året (foreløpig)



# Dekningsbidrag over året (foreløpig)



# Høyere investeringskostnader enn ved konvensjonell fasaderehabilitering – men ...

	Kostnader millioner kr	Kostnader kr/m <sup>2</sup>
Totalentreprise	70,0	6430
Prosjektering og byggeledelse	4,5	410
Brutto investering PH-rehabilitering	74,5	6840
Konvensjonell Fasaderehabilitering	53,8	4940
Brutto merkostnader PH-rehabilitering	20,7	1900
Støtte fra ENOVA	6,4	590
Netto merkostnader PH-rehabilitering	14,3	1310

Inkludert mva

# ... lavere husleie hver måned ...

Kostnader per måned: Lån, energi, forvaltning, drift, vedlikehold	Toroms leilighet kr	Treroms leilighet kr
<b>Totale månedlige kostnader passivhusrehabilitering</b>	3190	3990
<b>Totale månedlige kostnader konvensjonell fasaderehabilitering</b>	3510	4390
<b>Sparte kroner per måned</b>	320	400

4,7 % rente ved PH-rehabilitering (Husbanken), 5,7 % ved konvensjonell fasaderehabilitering (vanlig bank),  
30 år løpetid, energipris 81 øre/kWh

## ... og tilleggsfordeler som

- Mye bedre inneklima og komfort
- Lavere vedlikeholds-kostnader
- Høyere markedsverdi, kanskje opp mot 2000 kr/m<sup>2</sup> mer



Ikke overalt var det isolasjon ...

# Tilbudsrounde og byggefase

- Forenkling nødvendig for å holde kostnadsrammen
- PH-dører for kjeller og inngang ikke på markedet i Norge
- >> Forenklet standard for trapperom, men lufttetting mot kjeller
  - Kompensasjon: Alle kjellervegger isoleres helt ned til fundament
- Varmegjenvinnere må optimeres for kaldt klima
- Agathon Borgen startet arbeidet i februar 2010



# Suksessfaktorer

- Kostnader ikke høyere enn ved konvensjonell rehabilitering
- Styre positiv, har tillitt
  - Egenkapitalbasis bygd opp med høyere månedsleie i forkant
- Bevisst beboerdeltakelse
- Beboerstruktur
  - Unge og eldre, mange ny i borettslaget
- Klart beslutningsgrunnlag
- SINTEF Byggforsk som kompetent rådgiver



# Foreløpige konklusjoner:

- Kostnadseffektiv rehabilitering etter passivhuskonseptet også mulig i Norge
- Solvarme og varmepumper kan utnyttes
- Beslutningsprosess og design/ optimering mer krevende enn i Mellom-Europa

Under bygging  
26. august 2010

