



Er lufttette hus farlige for helsen?

BYGNINGSFYSIKK OG INNEKLIMA I PASSIVHUS-BOLIGER

Erik Algaard

RIF-godkjent rådgiver i bygningsfysikk

Hva skiller passivhus fra andre nye hus som tilfredsstillers teknisk forskrift?

Hva er et passivhus?

Norsk definisjon:

- $Q_{oppv} \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{år}$ for østlandet, sørlandet, sørvestlandet (og dalstroka innafør). Årsmiddeltemp $> 5 \text{ °C}$
- Litt høyere minstekrav ($Q_{oppv} > 15 \text{ kWh/m}^2$ for eneboliger under 200 m^2)
- Samme krav til bygningsstandard, men justert minstekrav for energi- og effekt i kaldere strøk av landet
- Omformulert norsk krav til "primærenergi" som vil sette et minimumskrav til fornybar energi
- Mindre fokus på bruk av luftvarme, forenklete/kosteffektive vannbårne systemer mer aktuelt

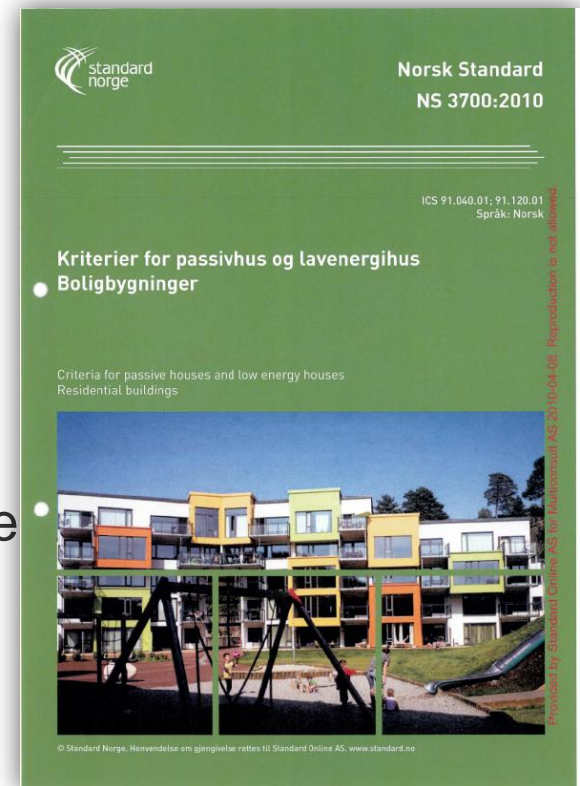


NS 3700 "Passivhus – Boligbygninger"

Norsk Standard NS 3700

"Kriterier for Lavenergi- og Passivhus – Boligbygninger"

- Kravene til et passivhus er:
 - Netto oppvarmingsbehov ≤ 15 kWh/m²år for normalboligbygg og normalklima
 - Energiberegning justeres opp for *kaldere klima* (<6,3 gr.)
 - Justeres opp for små bygg < 250 m²
 - Soltilskudd uten avskjerming medtas
 - Minstekrav til isolering ikke svært strengere enn TEK, unntatt vinduer
 - Tetthet $\leq 0,6$ oms/h v. 50 Pa trykkforskjell
 - Virkningsgrad for varmegjenvinner > 80 %



NS 3700 "Passivhus – Boligbygninger (forts.)

- Standarden får konsekvenser for
 - Varmeisolering og kuldebroer
 - Lufttetthet
 - Ventilasjon
 - Oppvarming
 - Kjøling (mekanisk kjøling er ikke tillatt)

 - dessuten for
 - bygningsfysikk og fuktbalanse
 - Inneklima
 - ++++++ TEK etc
- Som henger sammen og *ikke* er behandlet i standarden

Suksesskriterier for Passiv- og lavenergibygg



- Fastslå energimål **TIDLIG!**
- Sørg for at prosjektteamet tar målet seriøst
- Høy grad av kontroll og oppfølging i byggefase
- Oppfølging i driftsfase

Arkitektur og passivhus

- Gjenkjennes ofte som ”kompakte” hus med moderne design og liten formfaktor.
- Relativt liten andel vinduer (ca. 13-18% av BRA)
- Vinduer trukket inn i fasaden.
- Har oftest hovedvekten av vinduer på solvendt fasade for maksimal utnyttelse av passiv solvarme.
- Store veggtykkelser / dype vindussmyg.
- ***Klimatilpasset arkitektur med vekt på å møte fremtidig våtere og varmere klima i Norge!***

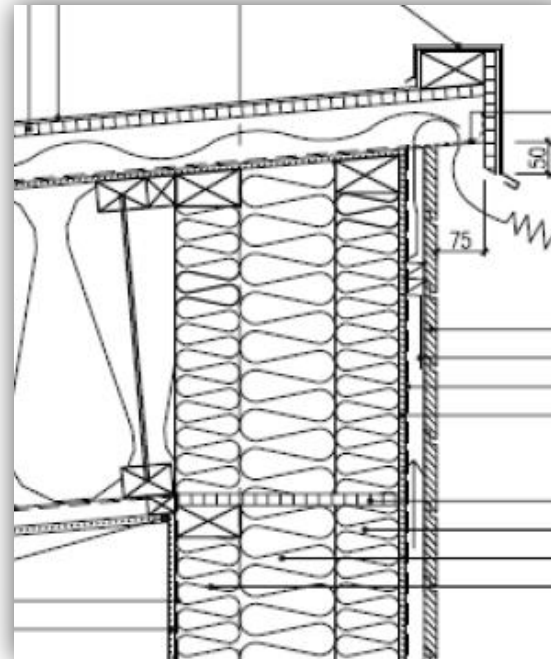
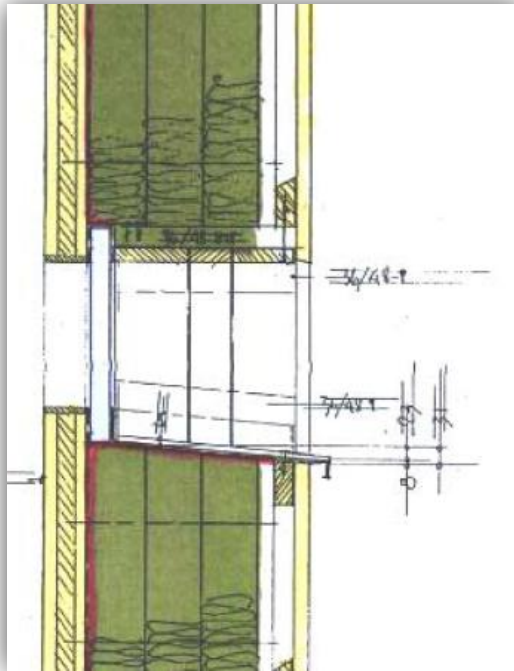
Varmeisolering

Vegger	0,08 - 0,15 W/m ² K	300 – 600 mm isolasjon
Tak	0,08 - 0,1 W/m ² K	400 – 600 mm isolasjon
Gulv	0,07 - 0,1 W/m ² K	400 – 600 mm isolasjon
Vinduer	0,6 - 1,0 W/m ² K	
Kuldebroer	Så godt som eliminert	

- U-verdi under 0,11 W/m²K vurderes ikke som økonomisk eller hensiktsmessig med tradisjonelle isolasjonsmaterialer.
- Nye isolasjonsmaterialer er under utvikling, f.eks VIP og Aerogel
 - NB! Ikke ”reflektiv isolasjon”

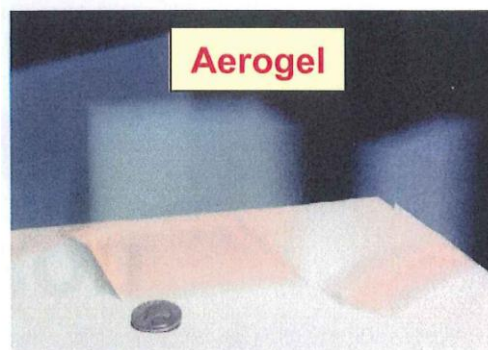
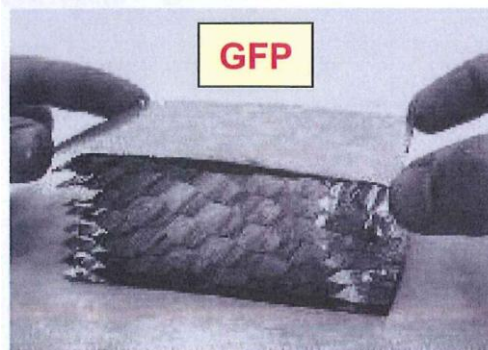
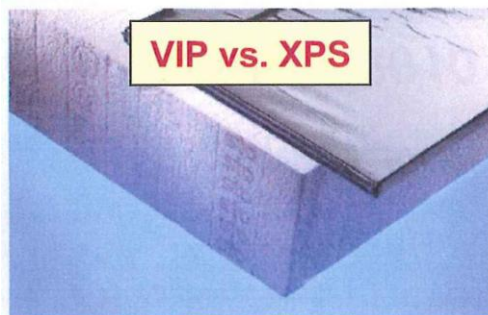
Varmeisolering

Typiske byggemetoder



- Kuldebroer elimineres med flere lag isolasjon utenfor bæresystemet.
- Høyisolerte tak kan heller utføres som kompakte tak uten organiske materialer mot kald side fordi lufting av slike tak blir lite effektiv med store isolasjonstykkelser

Alternative isolasjonsmaterialer



Konsekvenser av bedre varmeisolering og færre kuldebroer

A. Komfort, boegenskaper:

Fordeler:

- høye overflatetemperaturer gir ingen kondensrisiko på innv. overflater
- ... det samme for vinduer, og ikke kaldras og strålingstrekk
- minimalt oppvarmingsbehov, selv i kuldeperioder

Ulemper:

- høye innetemperaturer ved ekstra varmetilskudd fra personer, sol, utstyr, ildsteder etc.
- Det bør derfor være luftemuligheter i vinduer i passivhus.

Mulige konsekvenser av bedre varmeisolering...

Bygningsfysikk og fukt

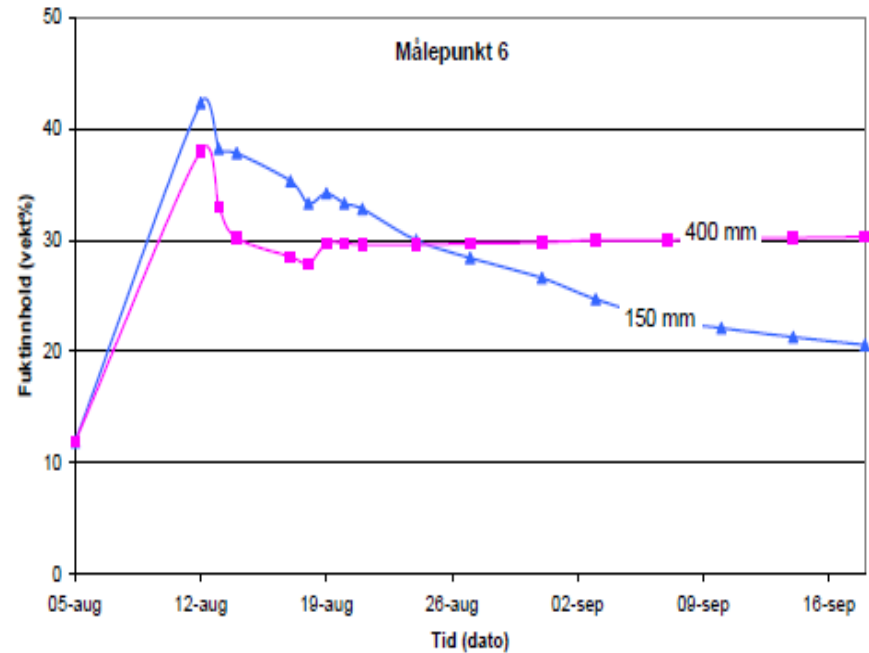
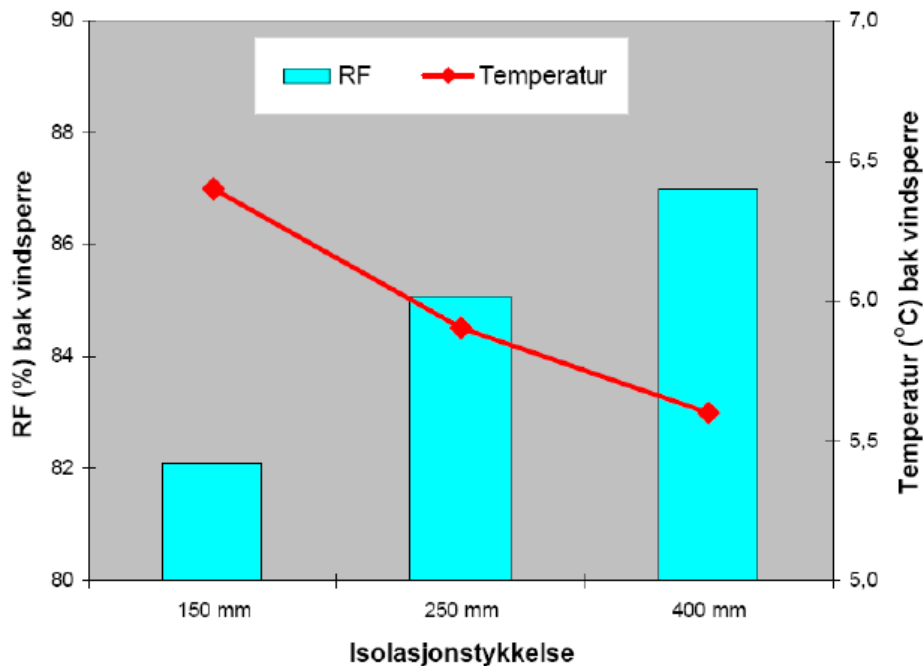
- Utvendige overflater får mer utvendig kondens pga utstråling. Gir flere "våte timer
- For 3-lags energiruter med gass vil $U= 0,8$ gi hyppig utvendig kondens.
- dette vil kunne reduseres med visse utvendige belegg.



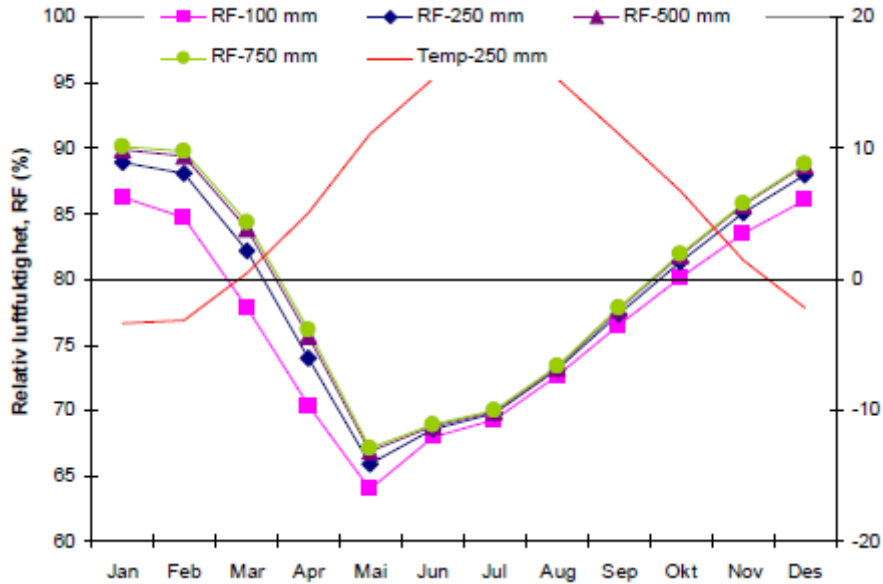
Mulige konsekvenser av bedre varmeisolering...

Bygningsfysikk og fukt

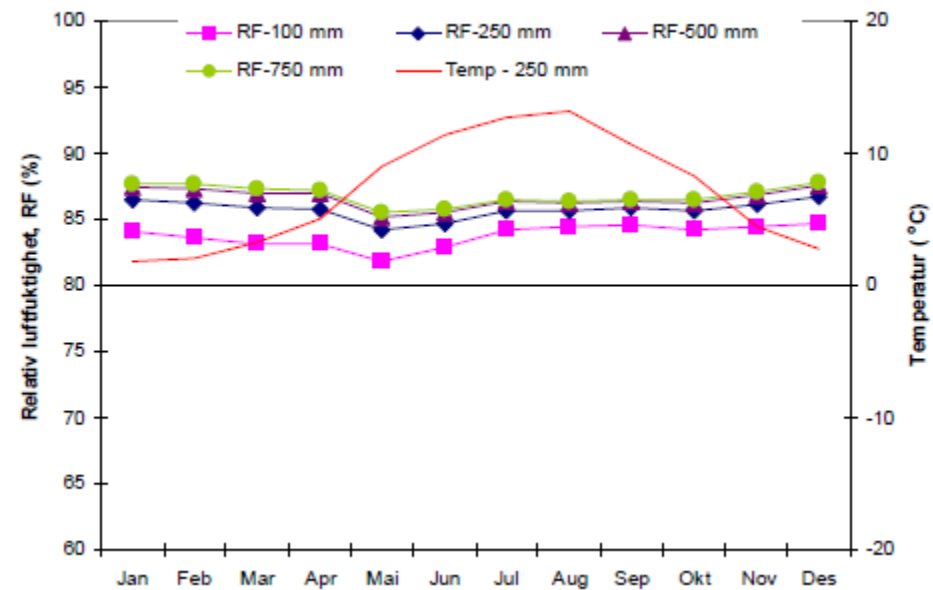
Byggfukt eller inntrengt fukt vil tørke langsommere ut fordi energitilførselen er mindre.



Fukt i tak (Kilde: SINTEF)

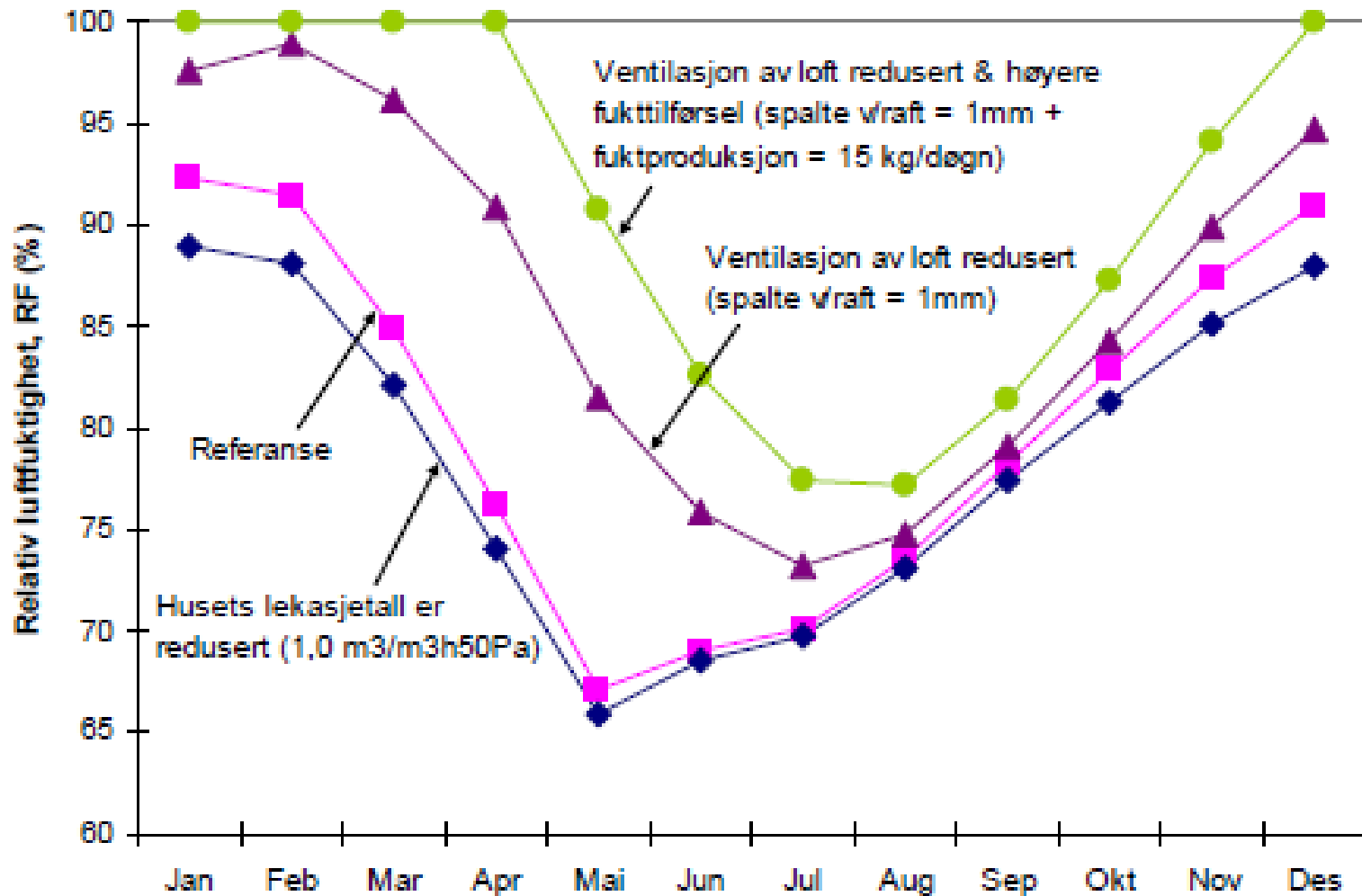


■ Oslo



Kristiansund

Fukt i tak



Fukt og passivhus - oppsummering

- Risikoen for fuktskader og muggvekst øker noe, men kan motvirkes ved riktig valg og utførelse av konstruksjoner og materialer.
- Enkelte ugunstige konstruksjoner bør erstattes av mer fuktrobuste konstruksjoner.
- Lengre uttørking av byggfukt bør kompenseres med valg av mindre fuktømfintlige materialer, bedre beskyttelse mot fukttilgang og oppsug fra betong etc, værbeskyttet bygging, og kontroll og oppfølging av fukt i byggetiden

Tørt Rent Bygg !

Tetthet og ventilasjon

- Bygningens tetthet har stor påvirkning på varmetap.
- Ventilasjonsbehovet i nye norske hus kan ikke dekkes av infiltrasjon kombinert med avtrekk over tak. Slike løsninger gir enorme forskjeller med årstid, beliggenhet og værforhold
- Det er derfor viktig å oppnå god tetthet kombinert med et effektivt ventilasjonssystem med lavt energiforbruk.
- Tetthetstall 0,6 oms/h forutsetter kontinuerlig vindtettesjikt og dampsperrer med forseglede skjøter sammenhengende på utsiden av bæresystemet.
- Tetthetskrav skal kontrolleres ved trykkprøving.

Ventilasjon

- Balansert ventilasjon med effektiv varmegjenvinner er normalt en forutsetning.
- Alternativt: Varmepumpe på avtrekksluften (aktuelt ved ombygging).
- Diverse løsninger kan kanskje benyttes for å øke temperaturen på tilluften ved oppvarmingsbehov.
 - Kulvertløsninger
 - Doble fasader med luftinntak
 - Tilluftskanaler under bygningen og varmeveksling med gråvann
- Direkte oppvarming med ventilasjonsluft krever høye tilluftstemperaturer, og er lite aktuelt for boliger i Norge.

Ventilasjon (Forts)

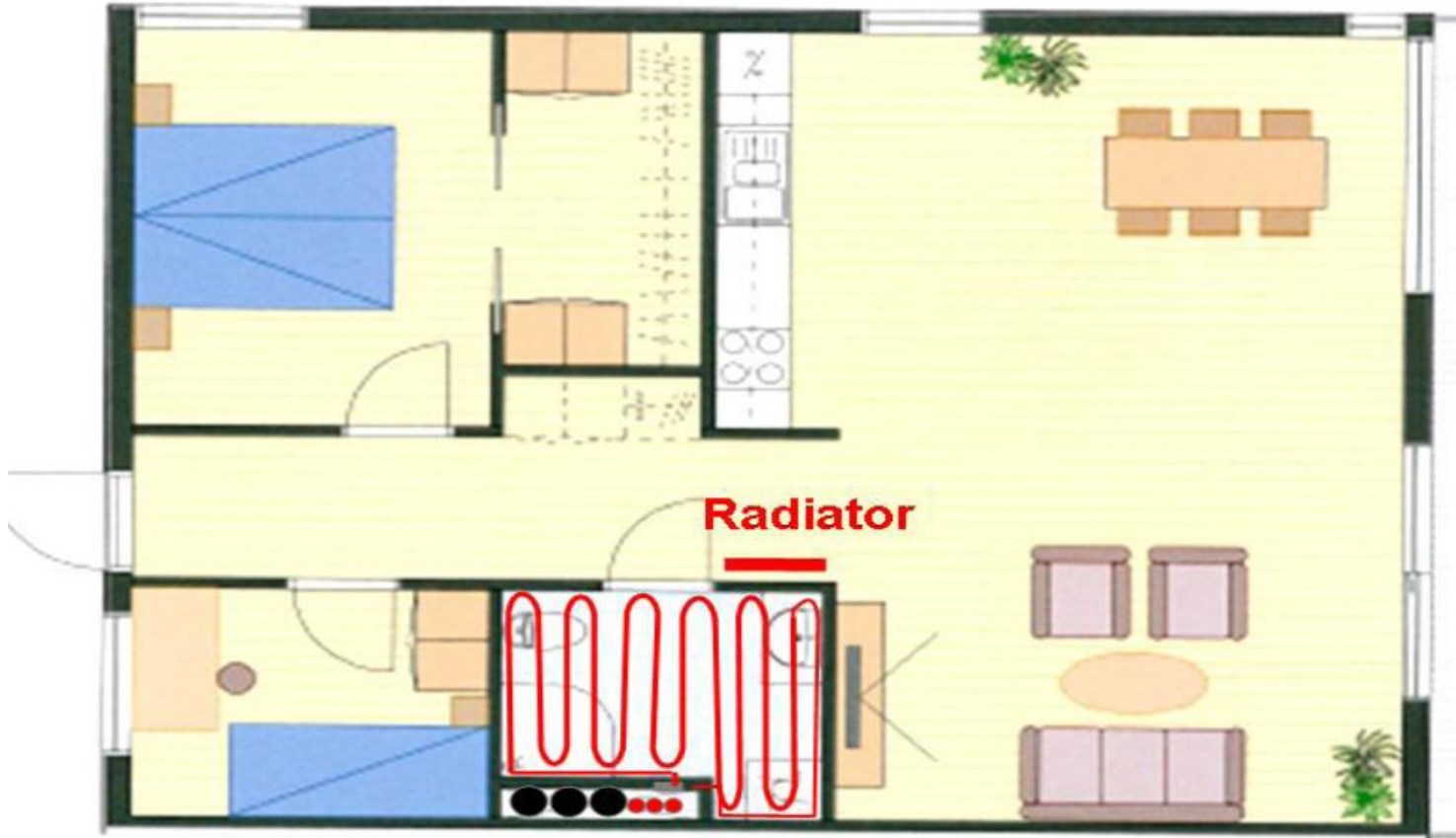
- Mekaniske ventilasjonssystemer krever regelmessig service
- De har også en begrenset levetid (maks 10 – 15 år?).
- Dessuten gir de støy.
- ***Er ikke dette nødvendige kostnader og ulemper for å sikre et godt inneklima?***



•Oppvarming

- Passivhus gir svært lavt oppvarmingsbehov, unntatt ved oppvarming fra kald tilstand. Hvordan løses slike unntak?
- Varmesystemet må ha en betydelig andel fra fornybare kilder. Dette kan være vannbasert system eller biovarme supplert med el-varme.
- Vil det være økonomisk uforsvarlig å legge et fullt gulvvarmeanlegg i et passivhus.?
- Varmesystemet må være lett å regulere på kort tid fordi varmebehovet kan endre seg svært raskt.
- Er ”trege” systemer, for eksempel innstøpte varmerør i gulv egnet i passivhus?

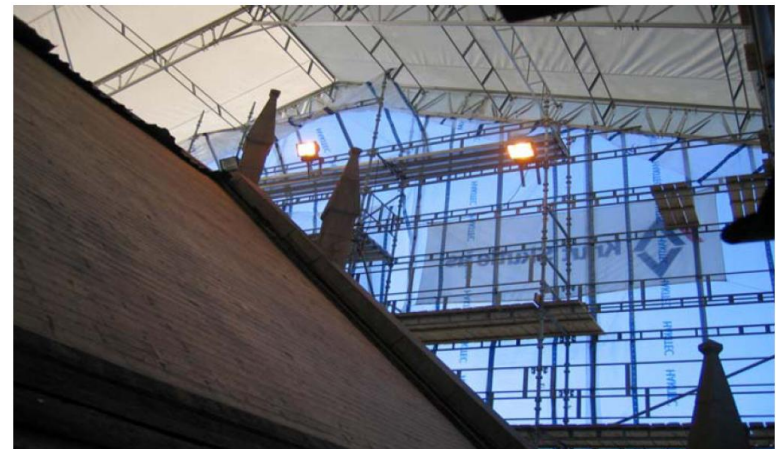
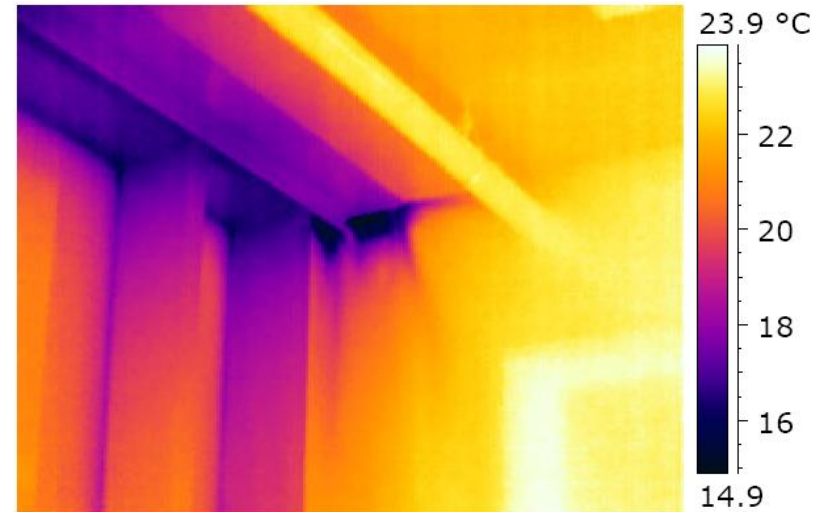
Forenklete oppvarmingsystemer



Kilde: NTNU/SINTEF

Bygging

- Lavenergi- og Passivbygg stiller større krav til de utførende
- Mindre toleranser for byggfukt, luftlekkasjer, nedtråkket og manglende isolasjon
- Erfaringer viser at dette kan gå bra så lenge man er forberedt og har fokus på utfordringene.
- Følg reglene for **Rent Tørt Bygg**
- Det bør benyttes værbeskyttet bygging for fasader og tak. Full innkledning kan være nødvendig høst og vinter



Kritikk mot passivhus

- Er moderne "tette" hus for tette?
- Er passivhus for ømfintlige for feil under utførelsen, og må vi finne nye og sikrere byggemetoder?
- Er passivhus for uøkonomiske fordi de stjeler dyre bruksarealer?
- Er mangelfull ventilasjon i moderne boliger er argument mot passivhus?
- Må vi finne helt nye oppvarmingssystemer for hus med ekstremt lave varmebehov?

